

**ESTRATEGIAS DE CONTROL PARA PROCESOS DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS
DE SOLVENTES EN LA INDUSTRIA DE CARROCERIAS EN EL MUNICIPIO DE COTA**

ENF. LILIANA PAOLA VARGAS RINCON
C.C. N° 52, 882,635 de Bogotá

UNIVERSIDAD LIBRE
FACULTAD DE INGENIERIA
INSTITUTO DE POSGRADOS
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA AMBIENTAL
BOGOTÁ, DICIEMBRE DE 2013

**ESTRATEGIAS DE CONTROL PARA PROCESOS DE EMISIONES
ATMOSFÉRICAS DE SOLVENTES EN LA INDUSTRIA DE CARROCERIA EN
EL MUNICIPIO DE COTA**

**ENF. LILIANA PAOLA VARGAS RINCON
C.C. N° 52, 882,635 de Bogotá**

**Proyecto de Grado para Optar al Título de ESPECIALISTA EN GERENCIA
AMBIENTAL**

**Asesor
ING. OSCAR LEONARDO ORTIZ MEDINA**

**UNIVERSIDAD LIBRE
FACULTAD DE INGENIERIA
INSTITUTO DE POSGRADOS
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA AMBIENTAL
BOGOTÁ, DICIEMBRE DE 2013**

Nota de Aceptación

Firma del Presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Bogotá D.C. Noviembre de 2013

Dedicatoria

Agradezco a Dios por la oportunidad que me dio nuevamente de adquirir más conocimientos para mi crecimiento profesional, a mi esposo por todo su apoyo y comprensión en todo el proceso y a mis hijos por su comprensión durante el proceso.

Agradecimientos

Agradezco al Ingeniero Oscar por su asesoría y apoyo para la realización del Trabajo de Grado y a mi esposo por su guía incondicional.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág
INTRODUCCION.....	8
2. ANTECEDENTES	9
3. DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	13
4. JUSTIFICACIÓN	14
5. OBJETIVOS.....	16
5.1. Objetivo General	16
5.2. Objetivos Específicos	16
6. MARCOS REFERENCIALES.....	17
6.1. MARCO GEOGRAFICO.....	17
6.2. MARCO TEÓRICO	20
6.3. MARCO LEGAL	27
7. ALCANCE Y LIMITACIÓN	30
8. METODOLOGÍA	31
8.1. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	31
8.2. FASES DE LA INVESTIGACIÓN	31
9. RESULTADOS.....	33
9.1. CARACTERIZACIÓN DE LAS CONDICIONES DE SALUD DE LA POBLACIÓN DEL MUNICIPIO DE COTA – CUNDINAMARCA.	33
9.1.1 PERFIL EPIDEMIOLÓGICO MUNICIPIO DE COTA – CUNDINAMARCA	33
9.2. ANÁLISIS DE LOS ASPECTOS AMBIENTALES RELACIONADOS A LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE DE ACUERDO A LA UBICACIÓN GEOGRAFICA DEL MUNICIPIO.....	46
9.3. ESTRATEGIAS DE CONTROL PARA EMISIONES DE COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES EN LA INDUSTRIA DE CARROCERIAS.....	52
CONCLUSIONES.....	57
RECOMENDACIONES.....	60
BIBLIOGRAFÍA.....	61

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Mapa Político de Municipio de Cota- Cundinamarca.....	19
Figura 2. Comparativo Distribución Poblacional.....	33
Figura 3. Pirámide Poblacional – Municipio de Cota Año 2011	35
Figura 4. Diagnósticos Asociados a Posible Exposición a VOC por Rangos de Edad, 2009	37
Figura 5. Diagnósticos Asociados a Posible Exposición a VOC por Rangos de Edad, 2010	38
Figura 6 Diagnósticos Asociados a Posible Exposición a VOC por Rangos de Edad, 2011	39
Figura 7. Tasa de Enfermedades Asociadas a Exposición a VOC's. 2009 -2011.	40
Figura 8. Mapa del Municipio de Cota. Cundinamarca con los Datos de Ocupación de casos de Enfermedades Asociadas a Exposición a VOCs, 2009.	42
Figura 9. Mapa del Municipio de Cota. Cundinamarca con los Datos de Ocupación de casos de Enfermedades Asociadas a Exposición a VOCs, 2010.	43
Figura 10. Mapa del Municipio de Cota. Cundinamarca con los Datos de Ocupación de casos de Enfermedades Asociadas a Exposición a VOCs, 2011.	43
Figura 11 Ubicación Geográfica de Cota y Dirección de los vientos	50

LISTADO DE IMÁGENES

Imagen 1 Ficus o Caucho Sabanero.....	55
Imagen 2. Palmera Fecha de Procrear	56

INTRODUCCION

El siguiente trabajo de grado, presenta un análisis de las condiciones de salud y ambiente del municipio de Cota, Cundinamarca. A través de una búsqueda bibliográfica y visitas a la secretaria de salud del Municipio, se logró establecer la caracterización de salud de la población de Cota, asociada a la posible exposición de Compuestos Orgánicos Volátiles por la cercanía de la industria de carrocerías.

Dentro del análisis de las condiciones de salud, se logró establecer que se presenta un incremento de casos que presentan diagnósticos asociados a una posible exposición a los VOCs, en el análisis se revisan los años 2009 a 2011 y se evidencia el crecimiento de consultas por diagnósticos de enfermedades respiratorias, dermatológicas y neurológicas.

Del proceso de caracterización de condiciones de salud, se realizó un análisis del crecimiento de la población versus la densidad poblacional, para representar en unos mapas el crecimiento de consultas por cada año evaluado.

Luego, se realiza un análisis de las posibles fuentes de emisiones de los contaminantes que transportan los VOCs, y cómo a través de las condiciones meteorológicas, dadas por la velocidad y dirección del viento, podrían estar llegando a los pobladores del Municipio de Cota, Cundinamarca.

Al finalizar, se presenta la definición de unas estrategias de prevención, mitigación y compensación que podrán ser aplicadas por la industria de carrocería para mitigar o compensar el daño, que están causando a la zona de influencia del Municipio de Cota, Cundinamarca.

2. ANTECEDENTES

Los Compuestos orgánicos volátiles (COV) son sustancias químicas orgánicas cuya base es el carbono y se evaporan a temperatura y presión ambiental generando vapores. Además del carbono es posible hallar en su composición hidrógeno, flúor, oxígeno, cloro, bromo, nitrógeno o azufre. Poseen propiedades volátiles, liposolubles, tóxicas e inflamables. Por otra parte son muy buenos disolventes y muy eficaces para la disolución de pinturas y para el desengrase de materiales.¹

La peligrosidad de las emisiones de COV, radica en el hecho de que estos compuestos reaccionan químicamente en la atmósfera junto con óxidos de nitrógeno (NOx), monóxido de carbono (CO) y metano (CH₄), en presencia de radiación solar dando lugar a la contaminación fotoquímica, denominada también "smog foto químico".

Los peligros asociados a la salud por exposición a compuestos orgánicos volátiles (COV) se dan porque estos compuestos son liposolubles y se bioacumulan en diferentes lugares del organismo humano, gracias a su afinidad con las grasas.

Entre los efectos de salud que se pueden presentar son:

- ✓ Efectos psiquiátricos: irritabilidad, dificultades de concentración.
- ✓ Problemas respiratorios.
- ✓ Algunos de los compuestos orgánicos que generan COV's además son carcinogénicos (como el benceno).

La contaminación atmosférica constituye un riesgo para la salud y se estima que causa alrededor de dos millones de muertes prematuras al año en todo el mundo. También se determina que si se reduce la contaminación atmosférica de una ciudad, mejor será la salud respiratoria (a corto y largo plazo) de su población.²

En países en desarrollo se calcula que la contaminación del aire en áreas rurales causa aproximadamente 2 millones de muertes prematuras, la mitad de esas muertes se deben

¹ <http://www.cienciaybiologia.com/medio-ambiente/atmosfera/compuestos-organicos-volatiles.htm>

² OMS – Calidad y Aire 2012

a neumonías en menores de 5 años, en áreas urbanas, causa en todo el mundo 1,3 millones de muertes al año. El exceso de ozono en el aire puede producir efectos adversos en la salud humana. Puede causar problemas respiratorios, provocar asma, reducir la función pulmonar y originar enfermedades pulmonares. Actualmente se trata de uno de los contaminantes atmosféricos que más preocupa a países Europeos. Diversos estudios europeos han revelado que la mortalidad diaria y mortalidad por cardiopatías aumentan un 0,3% y un 0,4% respectivamente con un aumento de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en la concentración de ozono.³

La niebla fotoquímica, normalmente conocida como "smog fotoquímico", lleva varias décadas originando problemas respiratorios en la población europea y puede producir también daños graves en las plantas. Gran parte de Europa conoce cada año episodios de niebla fotoquímica estival.⁴

Según la OPS, la contaminación del aire afecta seriamente la salud de 80 millones de personas en América Latina y el Caribe, además de ser la causa de más de 2,3 millones de casos de insuficiencia respiratoria en niños cada año, y de ocasionar más de 100.000 casos de bronquitis crónica en personas adultas⁵.

Un estudio epidemiológico realizado recientemente a escala europea, proyecto APHEA, concluía que existe una clara asociación entre las elevadas concentraciones de ozono y un aumento de entre el 2 y el 12% de la mortalidad. Sus resultados indican que existe una asociación entre la contaminación atmosférica, la mortalidad y la morbilidad por urgencias respiratorias y los niveles actuales de contaminación atmosférica en las ciudades españolas donde se han realizado. Sin embargo, la metodología aplicada en los estudios citados varía. Además, con la excepción de los realizados en Barcelona, los demás sólo han incluido el dióxido de azufre (SO_2) y las partículas en suspensión como contaminantes, no habiendo prestado atención a otros, como el ozono (O_3) y el dióxido de nitrógeno (NO_2), que pueden ser de importancia para la salud pública.⁶

³ OMS, Ibid

⁴ EEA. Ozono Troposferico, 2011

⁵ OPS, Salud en las Américas, Washington, 2007

⁶ Revista Española, Salud Pública N° 73: pag,165-175, Marzo-Abril 1999

En un estudio realizado sobre los costos del daño ambiental se plantea que se evidencia que el contaminante que presenta la asociación más fuerte con muertes prematuras, bronquitis crónica y afecciones respiratorias, es el material particulado, en especial las partículas de menos de 10 micrones de diámetro o más pequeñas. Investigaciones en Estados Unidos han encontrado que las partículas más pequeñas (PM 2,5) son las que tienen los mayores efectos en la salud. Los gases contaminantes (SO₂, NO_x, CO y ozono) se han considerado no tan dañinas como las partículas finas, sin embargo, el SO₂ y el NO_x pueden tener importantes consecuencias para la salud, ya que pueden reaccionar con otras sustancias en la atmósfera para formar partículas.⁷

En estudios epidemiológicos de la OMS, sobre los efectos de la salud asociado a la contaminación atmosférica indica que las partículas finas son más tóxicas por cuanto incluyen partículas de carbono y otros químicos, pueden permanecer suspendidas por mayores intervalos de tiempo y penetrar más fácilmente en ambientes interiores.

Además, de acuerdo a la Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer (IARC, 1971-2007), existen suficientes evidencias en los estudios experimentales realizados sobre animales y hombres para creer que algunos VOCs causan efectos mutágenicos y carcinogénicos sobre los seres humanos

A nivel nacional, se encontró un estudio realizado en Medellín sobre los efectos en la salud de la comunidad y la exposición a emisiones de contaminantes atmosféricos, se evidencia que existe una relación entre la contaminación atmosférica y la mortalidad por enfermedades crónicas respiratorias y por cáncer de pulmón, además, que los incrementos de los casos y las tasas específicas de las enfermedades varían con el aumento del parque industrial en las diferentes poblaciones aledañas al área metropolitana⁸.

Por otro lado, desde el proceso de controles, el Consejo de la Unión Europea con la directiva 1999/13/CE, establece que los procesos productivos donde se genera emisiones

⁷ Larsen, B. Cost of environmental damage. A Socio-Economic and Environmental Health Risk Assessment, Bogotá, Informe Final. 2004

⁸ Universidad de Antioquia, contaminación atmosférica y efectos en la salud de la población de Medellín y su área metropolitana, Medellín, Colombia 2007

de compuestos orgánicos volátiles, deben definir sistemas que reduzcan la emisión de VOC o definir la sustitución de productos que no contengan estos contaminantes, con el fin de garantizar que existan límites máximos de exposición a estos compuestos y mitigar efectos adversos para la salud⁹.

Todos los estudios enunciados anteriormente permiten establecer asociaciones de los contaminantes atmosféricos versus la afectación en salud de la población en general.

⁹ Norma de CE /Directiva 1999/13

3. DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Los procesos de migración de las industrias hacia los límites de la ciudad, en este caso la empresa de carrocerías, donde sus fuentes fijas de emisiones están determinadas por Compuestos Orgánicos Volátiles que pertenecen a procesos de pintura, hacen que se presenten cambios en el entorno ambiental de los municipios, en este caso Cota-Cundinamarca, donde se puede evidenciar afectación en el aire y por ende en las condiciones de salud de la comunidad.

Dadas las características físicas y químicas de los compuestos volátiles orgánicos VOC y su impacto sobre el medio ambiente y la salud colectiva, se puede determinar que la exposición a los contaminantes atmosféricos está en gran medida fuera del control empresarial y requiere medidas de las autoridades públicas a nivel nacional, regional e internacional.

Estos compuestos químicos pueden transportarse por corrientes de aire y llegar a poblaciones y comunidades vecinas, teniendo la probabilidad de afectar de manera adversa la salud de las personas que viven ahí y que por desconocimiento no se tomen acciones para mejorar la calidad de vida de las personas en este aspecto.

Por esto se hace necesario conocer los diferentes efectos en la salud de la comunidad por la emisión de compuestos orgánicos volátiles de la industria de carrocería en el municipio de Cota- Cundinamarca, con el fin de definir algunas estrategias que mejoren las condiciones de salud de la población de influencia o que permita tomar decisiones técnico – científicas para controlar en las fuentes fijas, que emiten este tipo de contaminantes.

¿Será que un estudio de la relación salud y ambiente (asociado a un impacto ambiental), establecerá conclusiones técnicas, argumentadas y dirigidas a realizar acciones para corregir, prevenir y mitigar el impacto en la calidad de vida, en su variable salud, de la población de la región de estudio?

4. JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo de grado tiene un aporte significativo al desarrollo de la zona de influencia de Cota – Cundinamarca porque en él se muestra un modelo de estudio de impacto ambiental, dirigido a validar las condiciones de salud de la población versus la exposición a un contaminante ambiental generado por una industria de carrocerías, asentada en una de las tantas zonas industriales anexas al municipio, y las consecuentes estrategias de control derivadas de la evaluación de la información de las condiciones de salud y ambiente.

Es de resaltar que por los altos índices de contaminación atmosférica que se presenta en la ciudad de Bogotá, muchas industrias que generan emisiones atmosféricas deben desplazarse fuera de la misma, y es por ello que es importante determinar qué impacto social puede traer esta condición y a partir de esta documentación sentar un precedente técnico sobre las implicaciones, vulnerabilidades y problemáticas que este desplazamiento industrial tiene sobre el municipio y sus pobladores para que las industrias actuales y nuevas tomen el antecedente y lo apliquen en sus estudios de pre factibilidad, para que de manera preventiva realicen evaluaciones similares o tomen acciones tendientes a evitar el deterioro de la salud de la comunidad según los impactos ambientales que se generen.

Definitivamente se hace importante conocer como la llegada acelerada de la industria en zonas aledañas al municipio de Cota - Cundinamarca hace que cambie su estructura social y por ende su proceso salud- enfermedad, para que los organismos gubernamentales puedan definir mecanismos de seguimiento y control para la población del municipio y además, determine diferentes mecanismos de prevención y promoción en salud, por otro lado permita que la industria de los parques aledaños tomen conciencia del proceso social, y como de manera retributiva y participativa determinan acciones para mejorar las condiciones de salud de la población.

También, podría servir como referencia científica para los organismos de control gubernamental que emitan políticas inclinadas a la protección de la comunidad o solicitar

requerimientos a las organizaciones que establezcan proyectos en los terrenos alrededor de la población.

En conclusión, los argumentos presentados sustentan el beneficio y la innovación del desarrollo del presente estudio, que tiene una gran importancia a nivel local, por su impacto a todo el entorno del municipio de Cota - Cundinamarca; pudiendo con el mismo, desarrollar a partir de la información generada, diversos planes y acciones, inmediatos y futuros, encaminados al mejoramiento del medio ambiente de los pobladores de la región. También aporta fundamentos técnicos para apalancar procesos de gestión asociados a Responsabilidad Social Empresarial, sobre hechos reales de la comunidad.

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo General

Establecer estrategias de control sobre los efectos de las emisiones atmosféricas de compuestos orgánicos volátiles generados por los procesos de pintura en la industria de carrocerías en la salud de la población del Municipio de Cota- Cundinamarca.

5.2. Objetivos Específicos

- ✓ Caracterizar las condiciones de salud de la población del municipio de Cota – Cundinamarca para conocer las enfermedades asociadas a la exposición a contaminantes orgánicos volátiles.
- ✓ Analizar el aspecto ambiental asociado a la contaminación del aire de acuerdo a la ubicación geográfica del municipio de Cota – Cundinamarca, para establecer sus particularidades en el estudio de la relación salud y ambiente.

6. MARCOS REFERENCIALES

6.1. MARCO GEOGRAFICO

A continuación, se describe la situación geográfica y política del Municipio de Cota Cundinamarca, ya que para el estudio es importante geo referenciar la zona de influencia.

6.1.1. Localización y extensión territorial:

Cota es uno de los 116 municipios del Departamento de Cundinamarca, está situada al noroccidente de Bogotá Distrito Capital, sobre el altiplano cundiboyacense (Cordillera Oriental de los Andes), su cabecera municipal está ubicada a 4° 49' 05,665 00" Latitud Norte y 74° 07' 20,904 00" Longitud Oeste. Altura sobre el nivel del mar de la cabecera 2.547 metros (3 094,330 m.s.n.m.), temperatura media 13.7 °C y precipitación media de 800 m3. Está a una altitud de unos 2.566 msnm. El territorio municipal comprende 5.343,56 hectáreas, de las cuales aproximadamente 141,56 hectáreas pertenecen al área urbana y las restantes 5.202 al área rural y de estas, 505 pertenecen al Resguardo indígena de Cota, según datos del INCORA 1973. Del total aproximadamente 1.500 son de topografía montañosa y 4200 planas; con altitudes desde 2550 metros sobre el nivel del mar en la parte plana, hasta 3050 metros en el alto de Majuy, en la parte más alta.

6.1.2. Hidrografía:

El territorio pertenece a la cuenca mayor del río Bogotá y la subcuenca sector Tibitó - Salto del Tequendama. El río Chicú atraviesa el territorio transversalmente y al municipio en dirección noroccidente-suroccidente. El 59% del municipio pertenece a la cuenca Tibitó - Salto del Tequendama y el otro 49% a la subcuenca del río Chicú.

6.1.3. Clima:

Cota tiene un clima de sabana fría (principalmente afectado por la altitud) que generalmente está entre los 5 y los 14 °C, con una temperatura promedio de 13,5 °C. Las temporadas más lluviosas del año son entre abril y mayo, y entre septiembre y diciembre, alcanzando los 110 mm/mes; las temporadas más secas del año se pueden apreciar entre enero y febrero, y entre julio y agosto, en las cuales durante la noche y la mañana

temprana se presentan fuertes cambios de temperatura conocidos como heladas que afectan la agricultura de la población.

6.1.4. Vías de Comunicación y Transporte:

La población cuenta con varias calles y avenidas, pavimentadas, en buen estado. Éstas permiten su fácil acceso y salida a otras poblaciones. Las vías intermunicipales más utilizadas son:

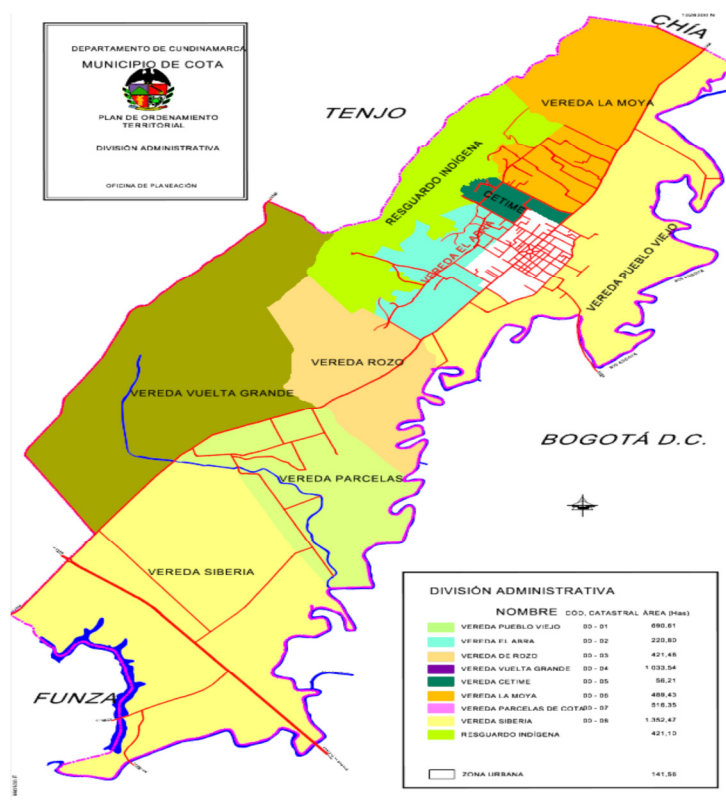
- ✓ Vía Suba – Cota
- ✓ Variante de Cota
- ✓ Vía Chía - Cota – Cajicá
- ✓ Autopista Bogotá - Medellín (extremo sur del municipio)

Cuenta con varias rutas de buses intermunicipales que la comunican con Bogotá y otros municipios de la Sabana.

6.1.5. División político Administrativa:

Cota se encuentra ubicada en la provincia de Sabana Centro a 26 km de Bogotá, tiene ocho veredas, las cuales son: La Moya, Cetime, el Abra, Pueblo Viejo, Parcelas, Rozo, Centro (casco urbano), Vuelta Grande y Siberia.

Figura 1. Mapa Político de Municipio de Cota- Cundinamarca



Fuente: Plan Territorial de Salud. Cota 2.009

6.1.6. Turismo:

Cota cuenta con varios sitios turísticos que se deben visitar si uno va a la población, entre los que se destacan: Cerro El Majuy, Fuentes Termales El Manantial, Resguardo Indígena, Hacienda Buenavista, Hacienda El Noviciado, Iglesia Parroquial y los Jeroglíficos de la Piedra de la Tapia.

6.1.7. Economía:

Cota es un Municipio dedicado a la agricultura, y a la venta de comidas y platos típicos de la región. Cuenta con variados restaurantes y cafeterías que venden los platos del folclore Cundinamarqués. Cota se caracteriza por su vocación agroindustrial, donde se destacan sus extensos campos de cultivo (los principales son de repollo y lechuga). En Cota también se cuidan varios animales, entre ellos los caballos y vacas. Actualmente Cota se destaca por la elevada demanda agroindustrial.

6.2. MARCO TEÓRICO

6.2.1. COMPUESTOS ORGANICOS VOLATILES (VOC)

No existe una definición internacionalmente unificada de los compuestos orgánicos volátiles. Comúnmente, la literatura científica los define como aquellas sustancias de origen orgánico cuya composición y estructura química le permite evaporarse bajo condiciones normales de temperatura y presión. A continuación, se presentan algunas definiciones empleadas frecuentemente por organismos o agencias ambientales internacionales de amplio reconocimiento en el ámbito mundial:

Según la Agencia Ambiental Europea (EAA)¹⁰ son compuestos químicos orgánicos, que en condiciones normales son gaseosos o pueden vaporizarse e introducirse en la atmosfera. COVs incluye compuestos como el metano, benceno, xileno, propano y butano. El metano es emitido principalmente por la agricultura (por el ganado y los cultivos), mientras los COVs no metánicos o NMVOCs, por sus siglas en inglés, son emitidos principalmente por el transporte, procesos industriales y por el uso de solventes industriales.

Para el Departamento de Protección Ambiental de Hong Kong (EPD)¹¹ son compuestos químicos orgánicos que poseen suficiente presión de vapor en condiciones normales para vaporizarse y entrar en la atmosfera. Se encuentran presentes en una gran variedad de productos de consumo e industriales y son liberados al ambiente de manera inconsciente contribuyendo a la polución y al esmog fotoquímico.

Y para Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA)¹², cualquier compuesto de carbón (excluyendo monóxido de carbono, dióxido de carbono, ácido carbónico, carbonatos o carbidos metálicos, y carbonato de amonio) que participan en reacciones fotoquímicas atmosféricas, excepto las designadas por la EPA, que tienen una reactividad fotoquímica despreciable.

¹⁰ www.eea.europa.eu/es

¹¹ www.epd.gov.hk/epd/

¹² www.epa.gov

Por otro lado los compuestos orgánicos son sustancias químicas que contienen carbono y se encuentran en todos los elementos vivos. Los compuestos orgánicos volátiles, a veces llamados VOC se convierten fácilmente en vapores o gases. Junto con el carbono, contienen elementos como hidrógeno, oxígeno, flúor, cloro, bromo, azufre o nitrógeno.

Otro significado de los compuestos orgánicos volátiles es definido de acuerdo a la Organización Mundial de la Salud, como el grupo de compuestos orgánicos con puntos de ebullición entre 50 y 250 °C. En un concepto más amplio, los VOCs no sólo incluyen miles de compuestos químicos que son tóxicos para la salud, sino también sustancias precursoras de oxidantes fotoquímicos responsables del smog, que contribuyen al efecto invernadero y/o a la degradación de la capa de ozono atmosférico.

La Directiva 1999/13/CE dice que todo compuesto orgánico que tenga a 293,15 K una presión de vapor de 0,01 kPa o más, o que tenga una volatilidad equivalente en las condiciones particulares de uso. A efectos de la presente Directiva, se considerará compuesto orgánico volátil la fracción de creosota que sobrepase este valor de presión de vapor a 293,15 K.

Otro concepto de la Directiva 2002/03/CE indica que los compuestos orgánicos volátiles procedentes de fuentes antropogénicas y biogénicas distintos del metano que pueden producir oxidantes fotoquímicos por reacción con óxidos de nitrógeno en presencia de luz solar

Estas definiciones permiten dar una idea de la gran cantidad de compuestos que forman parte de la familia de los VOCs, para tener claridad de los compuestos se establecen dos familias, VOCs metánicos y no metánicos, los más importantes que establece la guía de la OMS sobre Calidad del Aire en Europa son: Acrilonitrilo, Benceno, Butadieno, Disulfuro de Carbono, 1,2-Dicloroetano, Diclorometano, Formaldehído, Bifenilos policlorados, Dibenzodioxinas y dibenzofuranos policlorados, Estireno, Tetracloroetileno, Tolueno, Cloruro de Vinilo. Otros que son relativos al ozono en el aire son: Isopreno, Etilbenceno, Etano trans-2-Butenon-Hexano, Buteno, m+p-Xileno, Etileno cis-2-Buteno, i-Hexeno, o-Xileno, Acetileno 1.3-Butadieno, n-Heptano, 1,2,4-Trimetilbenceno, Propano, n-Pentano,

n-Octano, 1,2,3-Trimetilbenceno, Propeno, i-Pentano, i-Octano, 1,3,5-Trimetilbenceno, n-Butano, 1-Penteno, Hidrocarburos totales no metánicos¹³

Estas sustancias se usan extensamente en la industria como materias primas: síntesis de plaguicidas; síntesis de polímeros sintéticos como plásticos y cauchos; síntesis de productos farmacéuticos o químicos; elaboración de lacas, pinturas, barnices, resinas y adhesivos, etc.¹⁴

También los VOC son liberados por la quema de combustibles, como gasolina, madera, carbón o gas natural. También provienen de emisiones de los yacimientos de petróleo y gas y de los vapores del combustible diesel. También son liberados por disolventes, pinturas, pegantes y otros productos empleados y almacenados en la casa y el lugar de trabajo.

Entre los agentes químicos tóxicos, cancerígenos o mutágenos presentes en el ambiente que causan daños a la salud ocupan un lugar importante los compuestos orgánicos volátiles (VOCs). Los valores límite biológicos (VLB) de los VOCs más comunes, así como su catalogación como cancerígeno de categoría 1 o 2 (C1, C2), están recogidos en el documento «Límites de exposición profesional para agentes químicos en España», 2008¹⁵

Actualmente se estima que entre el 60% y el 90% de los cánceres humanos pueden ser originados por factores ambientales, fundamentalmente debidos a carcinógenos químicos¹⁶.

A continuación se informa a través de la guía de la OMS sobre Calidad del aire en Europa sobre la exposición y efectos sobre la salud de alguno de los COVS:

✓ **Acrilonitrilo:**

En uso de modelos de dispersión se determinó que la concentración de ambiente anual es baja, sin embargo pueden recorrer distancias de 1 kilómetro y permite que se identifiquen a las poblaciones con posible riesgo, la toxicidad a la salud esta determinan

¹³ <http://europa.eu.int/comm/environment/air/stationary.htm#3>

¹⁴ IPCS, Organización Mundial de la Salud, programa, Ginebra (Suiza) 1999

¹⁵ OMS, Criterios de Salud Ambiental, Internacional de Seguridad de las Sustancias Químicas, 2008.

¹⁶ Revista Fundación Mapfre, Seguridad y Ambiente Nº 113 Primer trimestre 2009

por estudios que se han desarrollado a seres humanos, donde se evidencia efectos cancerígenos, además fue colocado en el grupo de la Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC) como Grupo 2A en base a la evidencia suficiente de su carcinogenicidad en animales de experimento y de evidencia limitada de su carcinogenicidad en seres humanos.

✓ **Butadieno:**

El butadieno presenta concentración en el aire de 0,098 PPM, se pueden presentar irritación o efectos sobre el sistema nervioso central que se pueden asociar a la exposición aguda a las altas concentraciones del butadieno Sin embargo, la capacidad de producir cáncer se considera como el efecto crítico En 1992, Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC) clasificó el butadieno en el grupo A (probablemente carcinógeno a los seres humanos). Los informes (inéditos) preliminares sugieren, sin embargo, que pueda haber una asociación entre la exposición del butadieno y la leucemia.¹⁷

✓ **Disulfuro de carbono**

La inhalación representa la ruta principal de entrada del disulfuro de carbono en el organismo humano. Los valores en las proximidades de industrias van desde 0,01 mg/m³ a cerca de 1,5 mg/m³, dependiendo sobre todo de la distancia de la fuente. La toxicidad en el organismo depende de la exposición, sin embargo los efectos en salud son asociados a perturbaciones del sistema nervioso central y alteraciones hormonales.

✓ **1,2-Dicloroetano**

Los niveles medios en ciudades varían a partir 0,4 µg/m³ a 1,0 µg/m³, aumentando a 6.1 µg/m³ cerca de estaciones de gasolina, de garajes y de instalaciones de producción. Los efectos en el ser humano El 1,2-dicloroetano fue evaluado en 1979 por Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC) como producto químico para el

¹⁷ http://www.airqualitynow.eu/es/pollution_health_effects.php

cual hay suficiente evidencia del carcinogenicidad en animales de experimento y evidencia inadecuada en seres humanos.

✓ **Diclorometano**

Las concentraciones al aire libre del diclorometano están generalmente debajo de 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Concentraciones perceptiblemente más altas (por lo menos en un orden de magnitud) pueden ocurrir cerca de fuentes industriales de emisión. La exposición en aire, el agua y el alimento al aire libre es baja. Los efectos críticos del diclorometano incluyen efectos sobre el sistema nervioso central, la producción del carboxihemoglobina (COHb) y la carcinogenicidad. La debilitación de respuestas del comportamiento sensorial puede ocurrir en los seres humanos que sufren una exposición aguda por la inhalación en niveles que exceden 1050 mg/m^3 (300 PPM) para períodos cortos de tiempo, los efectos son transitorios. La Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC) ha clasificado el diclorometano como que demuestra la suficiente evidencia de carcinogenicidad en los animales de experimento (grupo 2B).

✓ **Formaldehído**

La principal forma de exposición al formaldehído es la inhalación. Debido a las concentraciones extremadamente altas del formaldehído en el humo del tabaco, el fumar constituye una fuente importante de formaldehído. Los síntomas de la exposición del formaldehído en seres humanos son irritación de los ojos, nariz y garganta, junto con malestar, lagrimeo, estornudos, tos, náuseas y finalmente la muerte dependiendo de la concentración.

✓ **Estireno**

Las concentraciones en aire ambiente rural son generalmente menores de 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. En áreas urbanas contaminadas es generalmente menos de 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pero puede ser mucho más alto en las casas de nueva construcción que contienen materiales basados en el estireno. Los efectos potencialmente críticos para la salud son carcinogenicidad/genotoxicidad y efectos neurológicos, incluyendo efectos sobre el

desarrollo. La Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC) ha clasificado el estireno en el grupo 2B.

✓ **Tetracloroetileno**

Las concentraciones del aire ambiente del tetracloroetileno son generalmente menos de 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en áreas urbanas y típicamente menos de 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en áreas rurales. Los efectos principales para la salud son cáncer y efectos sobre el sistema nervioso central, hígado y riñones. El tetracloroetileno se clasifica por la Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC) como agente carcinógeno del grupo A (probablemente carcinógeno a los seres humanos).

✓ **Tolueno**

Las concentraciones medias de tolueno en aire ambiente de áreas rurales es normalmente menor a 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, mientras que en el aire urbano están en el rango de 5-150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Las concentraciones pueden ser superiores en zonas cercanas a fuentes emisoras de las industrias. El tolueno en su forma pura tiene un umbral de detección del olor de 1 mg/m^3 . Su olor se reconoce a concentraciones sobre 10 veces mayores a este valor. Los efectos agudos y crónicos del tolueno en el sistema nervioso central son los efectos más preocupantes. El tolueno también puede causar anomalías en el desarrollo y anomalías congénitas en humanos, No ha habido indicación de que el tolueno es carcinógeno en las pruebas biológicas conducidas hasta la fecha, y el peso de las evidencias disponibles indica que no es genotóxico.

✓ **Tricloroetileno**

Las concentraciones medias de aire ambiente del tricloroetileno en áreas rurales es de 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y hasta 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en áreas urbanas. Las concentraciones en aire interior son típicamente similares, aunque se pueden esperar concentraciones más altas en ciertas áreas, por ejemplo en zonas próximas a las operaciones industriales. La inhalación del tricloroetileno aerotransportado es la ruta principal de exposición para la población en general. El principal riesgo para la salud del tricloroetileno es el cáncer, y los efectos sobre el hígado y el sistema nervioso central. La Agencia Internacional para la

Investigación sobre el Cáncer (IARC) ha clasificado el tricloroetileno como agente carcinógeno de del grupo A (probablemente carcinógeno a los seres humanos). Esta clasificación fue basada en suficientes evidencias en animales y evidencia limitada en seres humanos.

✓ **Cloruro de Vinilo**

Los cálculos de la evaluación de la exposición basados en modelos de dispersión indican que las concentraciones medias en 24 horas de 0,1-0,5 µg/m³ existen como niveles en muchas zonas, pero tales concentraciones están debajo del límite de detección actual (aproximadamente 1,0 µg/m³). En la vecindad de las instalaciones de producción del cloruro de vinilo (VC) y del cloruro de polivinilo (PVC) las concentraciones en 24 horas pueden exceder 100 µg/m³, pero son generalmente menos de 10 µg/m³ en las distancias mayores a 1 kilómetro de las plantas. La evaluación del riesgo de salud muestra suficientes evidencias sobre la carcinogenicidad de VC en seres humanos y animales de experimento.¹⁸

6.2.2. EFECTO DE LA SALUD

Los efectos de los compuestos orgánicos volátiles para la salud pueden variar mucho según el compuesto y comprenden desde un alto grado de toxicidad hasta ausencia de efectos conocidos. Esos efectos dependerán de la naturaleza de cada compuesto y del grado y del período de exposición al mismo.

Según el Duodécimo Informe sobre Carcinógenos publicado por el Programa Nacional de Toxicología, el benceno es un carcinógeno humano; el formaldehído, el percloroetileno y el estireno son “carcinógenos humanos según previsiones razonables”.

Las personas con mayor riesgo de exposición a largo plazo a esos tres compuestos orgánicos volátiles son los trabajadores industriales, los fumadores de cigarrillos, y las

¹⁸ <http://www.epa.gov/ttn/atw/>

personas expuestas por períodos prolongados a las emisiones del tránsito pesado de vehículos automotores.

Los compuestos orgánicos volátiles se absorben fácilmente a través de los pulmones (por inhalación) y por el tracto digestivo (por digestión). Estas sustancias químicas se transportan fácilmente por el organismo a través de la sangre, principalmente al cerebro y sistema nervioso, estos compuestos también pueden bioacumularse en los tejidos adiposos, la médula ósea, el hígado y los riñones¹⁹. La exposición a largo plazo puede causar lesiones del hígado, los riñones y sistema nervioso central en el que actúan como órganos diana, es decir órganos blancos que son los que tiene mayor susceptibilidad de daño, también pueden causar alteraciones hormonales y perturbaciones inmunológicas.

La exposición a corto plazo puede causar irritación de los ojos y conjuntiva, molestias en nariz, en las vías respiratorias, cefalea, mareo, reacciones alérgicas de la piel, náuseas, trastornos visuales, fatiga, otras manifestaciones causadas por los VOCs son trastornos de memoria, pérdida de coordinación, e hipersensibilidad entre otras.²⁰

El vapor de formaldehído llega a provocar sangrado nasal si la exposición, además de prolongada, es fuerte.

6.3. MARCO LEGAL

La Constitución Política de Colombia, en su artículo 79 consagra el derecho a gozar de un ambiente sano, estableciendo que es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.

El artículo 80 de la Constitución Política, prevé que corresponde al Estado planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo

¹⁹ <http://www.nlm.nih.gov/>

²⁰ <http://www.mundodesconocido.es/venenos-segunda-parte-compuestos-organicos-volatiles/>

sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, indica que el Estado deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados.

El artículo 75 del Decreto Ley 2811 de 1974, establece que para prevenir la contaminación atmosférica, se dictarán disposiciones concernientes, entre otros aspectos, a la calidad que debe tener el aire, como elemento indispensable para la salud humana, animal o vegetal; los métodos más apropiados para impedir y combatir la contaminación atmosférica; restricciones o prohibiciones a la circulación de vehículos y otros medios de transporte que alteren la protección ambiental, en lo relacionado con el control de gases, ruidos y otros factores contaminantes; la circulación de vehículos en lugares donde los efectos de contaminación sean más apreciables; el empleo de métodos adecuados para reducir las emisiones a niveles permisibles.

El artículo 66 de la Ley 99 de 1993 establece que los municipios, distritos o áreas metropolitanas con población urbana superior a un millón de habitantes, tendrán, dentro de su perímetro urbano, funciones y responsabilidades ambientales que trascienden las funciones asignadas a los demás municipios del país, ya que en lo que fuere aplicable a medio ambiente urbano, dichos entes ejercerán las mismas funciones atribuidas a las Corporaciones Autónomas Regionales.

En la Resolución 610 de 2010, se establece la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire, en esta resolución se define que es la contaminación, cuales son los contaminantes del aire, cuáles son las fuentes que pueden contaminarlo, cuáles son los niveles permisibles de los diferentes contaminantes, como se desarrolla el proceso de Medición de calidad de aire por intermedio de las autoridades ambientales tales como el IDEAM y adicionalmente establece los Niveles de Prevención, Alerta y Emergencia por Contaminación del Aire.

La Resolución 6982 de 2011, por la cual se dictan normas sobre prevención y control de la contaminación atmosférica por fuentes fijas y protección de la calidad del aire. La importancia de esta resolución, es que define las características de las fuentes fijas, define los límites máximos permisibles para los procesos productivos, establece

mecanismos de control de las fuentes y cuáles son los parámetros de descarga del contaminante al aire.

Para Colombia no existe normatividad legal específica para el uso de compuestos Orgánicos Volátiles, dadas las características que tienen estos compuestos, sin embargo actualmente el Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible está adelantando una Guía Nacional de Manejo de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV s) donde se establece por Sector Económico, cuáles son las medidas de control por los diferentes procesos.

A nivel Internacional, España con su Real Decreto 117/2003, de 31 de enero, sobre limitación de emisiones de compuestos orgánicos volátiles debidas al uso de disolventes en determinadas actividades y el Manual de Manejo de los Compuestos Orgánicos en Argentina, son los avances más significativos desarrollados sobre el manejo de estos compuestos.

7. ALCANCE Y LIMITACIÓN

El presente trabajo de grado tiene como objetivo, establecer algunas estrategias que mitiguen o eviten la contaminación ambiental por emisiones de compuestos orgánicos volátiles del proceso de pintura de la industria de carrocería aledaña al municipio de Cota - Cundinamarca, por su afectación en la salud de la comunidad.

El estudio de la relación salud ambiente comienza con un análisis documental sobre procesos de enfermedad asociados a la exposición de compuestos orgánicos volátiles, con esta información se realiza el análisis de las condiciones de salud de la comunidad del Municipio de Cota – Cundinamarca, por último, se hace la investigación de la dispersión de los compuestos orgánicos volátiles que afectan el aire y su posible asociación a las enfermedades presentes en la comunidad.

La realización de esta monografía se desarrollará durante los dos semestres de la especialización en Gerencia Ambiental.

8. METODOLOGÍA

8.1. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

Se realizara una búsqueda de información en la secretaria de Salud de Cota-Cundinamarca, para conocer los perfiles epidemiológicos de la población del Municipio y además, se solicitara las direcciones de las personas que han asistido al centro de salud, sí la secretaría de salud suministra la dirección de ubicación de las personas con los diagnósticos asociados a la exposición a Compuestos Orgánicos Volátiles, se realizará una georeferenciación en el mapa del municipio con estas localizaciones, si no es posible que suministren esta información, se plasmará la densidad poblacional por medio de un análisis estadístico simple. Con esta información se determinará si existe alguna relación salud – ambiente tras la exposición a estas sustancias.

8.2. FASES DE LA INVESTIGACIÓN

8.2.1. FASE PRELIMINAR

- ✓ Búsqueda de información en la secretaria de salud de Cota – Cundinamarca.
- ✓ Determinar cuáles son los diagnósticos asociados a la exposición de compuestos orgánicos volátiles, a través de un listado de diagnósticos definido para VOC.
- ✓ Hacer una Georeferenciación de la ubicación de las viviendas donde habitan las personas que tienen diagnósticos asociados a la exposición de VOC, por medio de un mapa del municipio o análisis estadístico.

8.2.2. FASE DESARROLLO

- ✓ Determinar las condiciones meteorológicas del Municipio de Cota, Cundinamarca.
- ✓ Identificar las fuentes de emisiones de compuestos orgánicos volátiles de la industria de carrocerías.

- ✓ Documentar el modelo de dispersión de los vientos de compuestos orgánicos volátiles.
- ✓ Realizar el análisis de la ubicación geográfica del municipio vs las fuentes de emisión de la industria de carrocerías.

8.2.3. FASE CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- ✓ Establecer la relación de exposición de Compuestos orgánicos Volátiles y las enfermedades presentes en el municipio de Cota – Cundinamarca, es decir, la relación Salud y Ambiente.
- ✓ Establecer tres estrategias de control a nivel teórico para posible implementación por parte de la industria de carrocería.
- ✓ Realizar informe final.

9. RESULTADOS

9.1. CARACTERIZACIÓN DE LAS CONDICIONES DE SALUD DE LA POBLACIÓN DEL MUNICIPIO DE COTA – CUNDINAMARCA.

9.1.1 PERFIL EPIDEMIOLÓGICO MUNICIPIO DE COTA – CUNDINAMARCA

✓ Análisis demográfico:

De acuerdo a lo establecido en el Perfil Epidemiológico del Municipio de Cota para el año 2011, para el año 2012 es posible observar un crecimiento sostenido en el total de la población para el último quinquenio, lo cual permite valorar un crecimiento poblacional del 2.21%, acorde con la tendencia departamental y nacional.

Figura 2. Comparativo Distribución Poblacional



Fuente: Comparativo Distribución Poblacional 2.008 – 2.012. Cota 2.012. Diseño: Carlos Castro. Proyección DANE

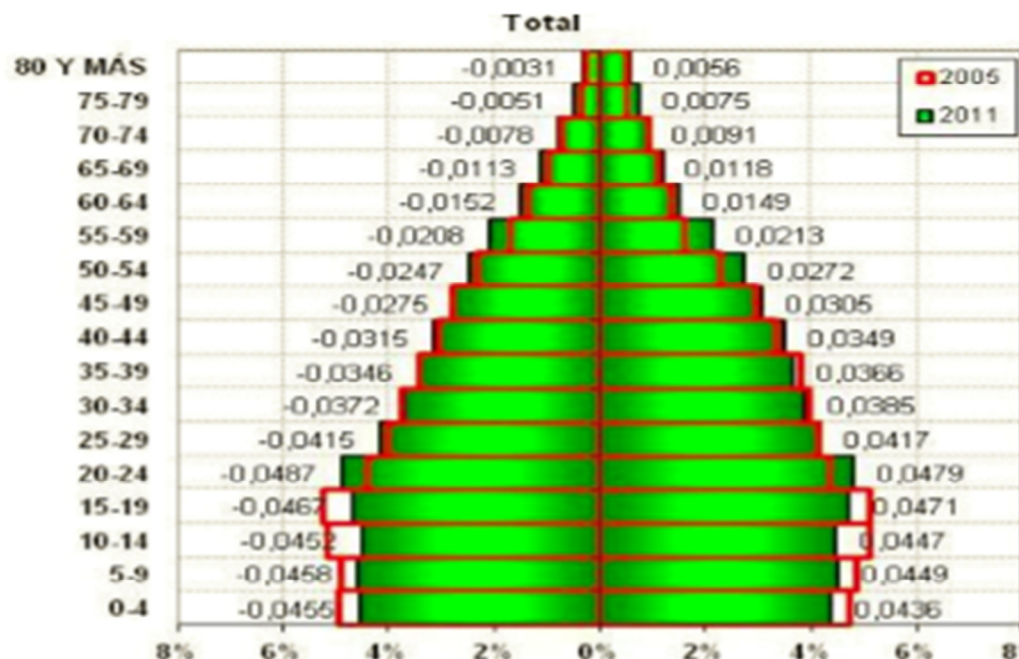
✓ **Población urbana y rural:**

Al revisar la proyección poblacional por área de residencia, comparativamente entre los años 2010 y 2011, es posible observar el crecimiento poblacional armónico en ambos sectores; se muestra un incremento en la población que se ubica en la zona urbana del 2.84%, en tanto que la población rural ascendió un 1,53%. Esta situación puede originarse en los procesos de urbanización a que se está viendo sometida Cota, junto a la integración que está teniendo el área rural con la urbana, derivada del crecimiento industrial del municipio y la migración hacia el mismo.

✓ **Pirámide Poblacional:**

Teniendo en cuenta el perfil epidemiológico, para el Municipio de Cota, se observa una pirámide de transición entre la pirámide estilo Pagoda y la pirámide en forma de Campana, con un alto predominio de la población joven adulta especialmente la ubicada entre los 20 y los 24 años. La población mayor de 60 años adulta mayor es bastante baja respecto del total de la población con un 9.15%, lo cual implica un aumento del 0,25% con respecto al año 2010, donde la cifra correspondía al 8,9% de la población total.

Figura 3. Pirámide Poblacional – Municipio de Cota Año 2011



Fuente: Proyección DANE 2011

✓ Morbilidad

A continuación se hace una descripción sobre la morbilidad general del Municipio de Cota, durante los años 2009-2011, para el 2009 se registraron 21873 casos de morbilidad medica general, de los cuales 10788 corresponde a población Masculina y 11087 corresponde a población femenina, para el 2010 se encontraron 9126 eventos ,de los cuales 4337 corresponden a consultas realizadas por hombres y 4789 corresponden a consultas realizadas por mujeres, y para el 2011 se presentó 22879 consultas de morbilidad médica, de los cuales 11262 corresponde a hombres y 11617 a Mujeres. Al revisar estos datos se encuentra un aumento de consultas médicas con el transcurrir de cada año.

Para la importancia de este estudio a partir de los diferentes perfiles epidemiológicos suministrados por la secretaria de salud de Cota de los años 2009 -2011, se discriminan

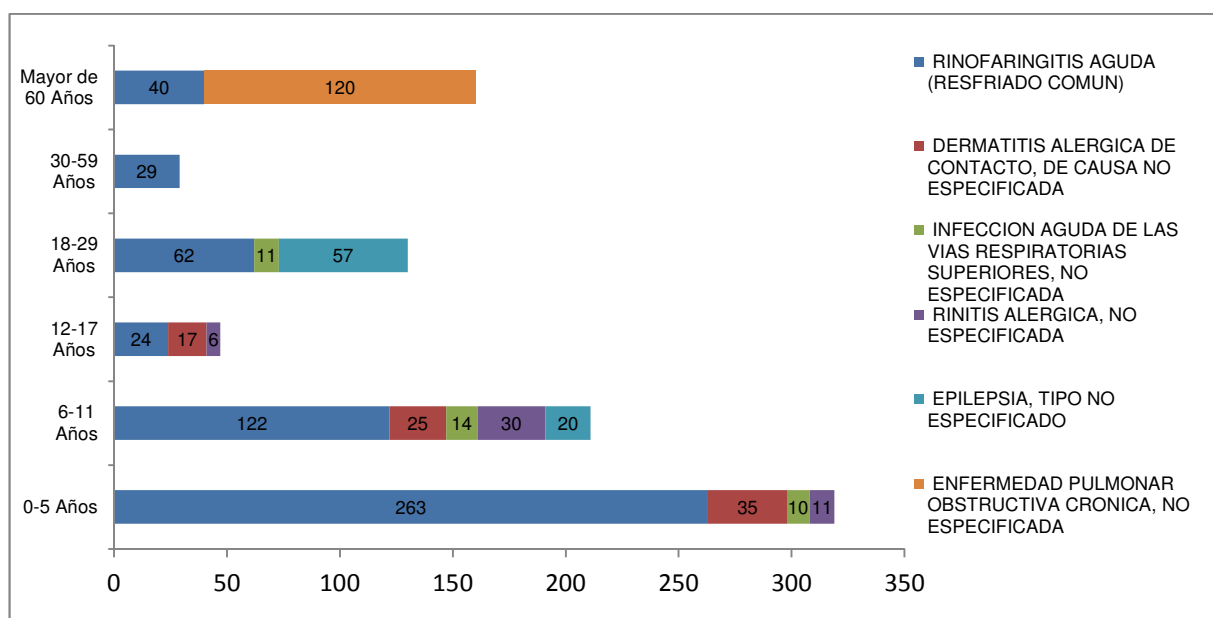
los diagnósticos asociados a la posible exposición a Compuestos Orgánicos Volátiles (VOC).

Tabla 1. Diagnósticos Asociados a Posible Exposición a VOC por Rangos de Edad, 2009

2009	0-5 Años	6-11 Años	12-17 Años	18-29 Años	30-59 Años	Mayor de 60 Años
RINOFARINGITIS AGUDA (RESFRIADO COMUN)	263	122	24	62	29	40
DERMATITIS ALERGICA DE CONTACTO, DE CAUSA NO ESPECIFICADA	35	25	17			
INFECCION AGUDA DE LAS VIAS RESPIRATORIAS SUPERIORES, NO ESPECIFICADA	10	14		11		
RINITIS ALERGICA, NO ESPECIFICADA	11	30	6			
EPILEPSIA, TIPO NO ESPECIFICADO		20		57		
ENFERMEDAD PULMONAR OBSTRUCTIVA CRONICA, NO ESPECIFICADA						120

Fuente: Perfil Epidemiológico, Municipio de Cota –Cundinamarca. 2009.

Figura 4. Diagnósticos Asociados a Posible Exposición a VOC por Rangos de Edad, 2009



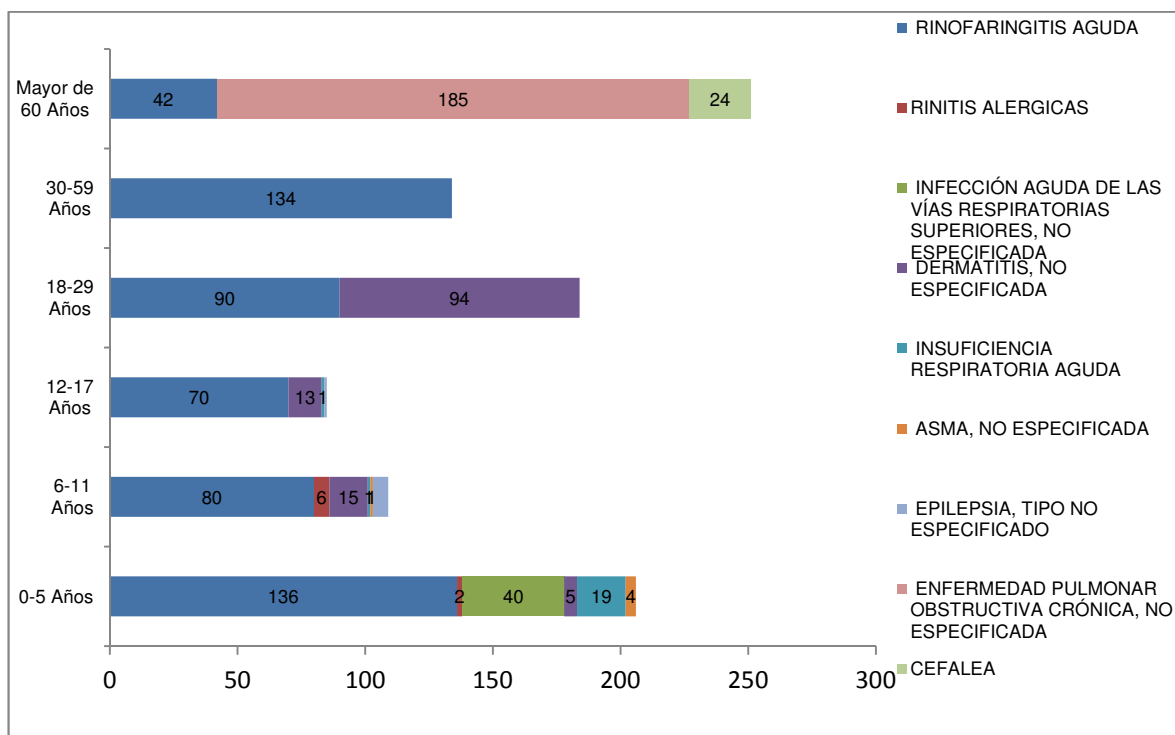
Fuente: Perfil Epidemiológico, Municipio de Cota –Cundinamarca. 2009.

Tabla 2. Diagnósticos Asociados a Posible Exposición a VOC por Rangos de Edad, 2010

2010	0-5 Años	6-11 Años	12-17 Años	18-29 Años	30-59 Años	Mayor de 60 Años
RINOFARINGITIS AGUDA	136	80	70	90	134	42
RINITIS ALERGICAS	2	6				
INFECCIÓN AGUDA DE LAS VÍAS RESPIRATORIAS SUPERIORES, NO ESPECIFICADA	40					
DERMATITIS, NO ESPECIFICADA	5	15	13	94		
INSUFICIENCIA RESPIRATORIA AGUDA	19	1	1			
ASMA, NO ESPECIFICADA	4	1				
EPILEPSIA, TIPO NO ESPECIFICADO		6	1			
ENFERMEDAD PULMONAR OBSTRUCTIVA CRÓNICA, NO ESPECIFICADA						185
CEFALEA						24

Fuente: Perfil Epidemiológico, Municipio de Cota –Cundinamarca. 2010.

Figura 5. Diagnósticos Asociados a Posible Exposición a VOC por Rangos de Edad, 2010



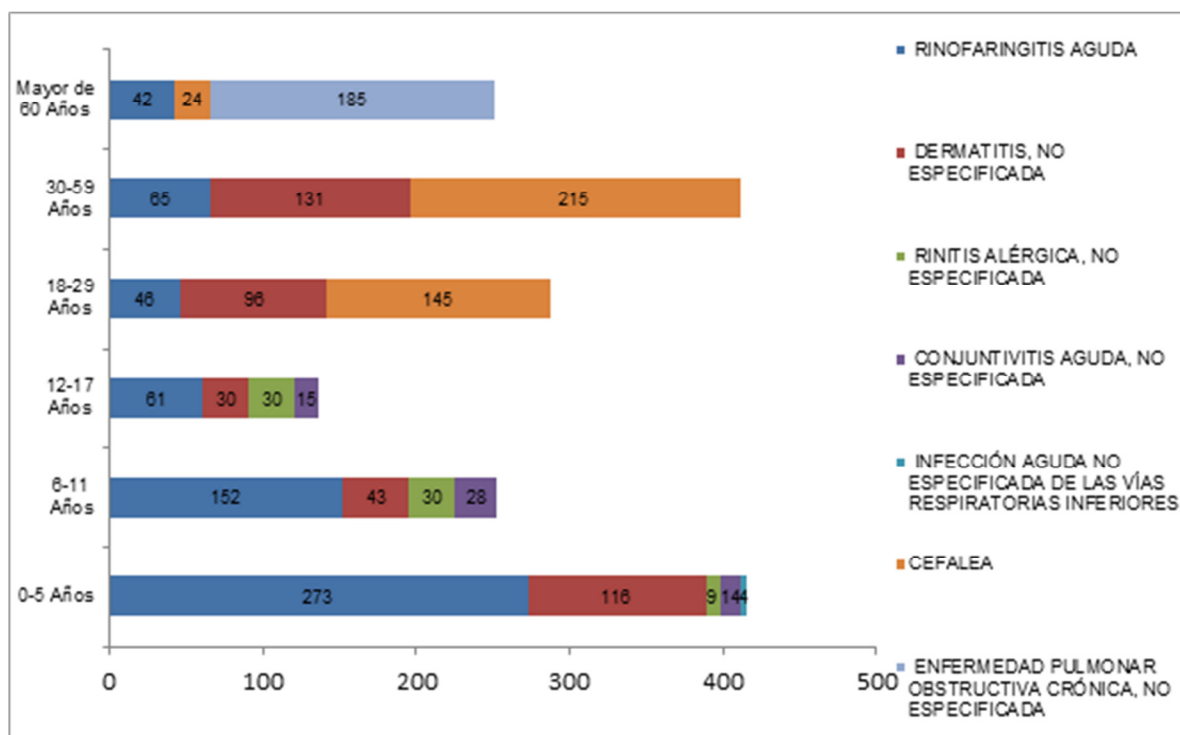
Fuente: Perfil Epidemiológico, Municipio de Cota –Cundinamarca. 2010.

Tabla 3. Diagnósticos Asociados a Posible Exposición a VOC por Rangos de Edad, 2011

2011	0-5 Años	6-11 Años	12-17 Años	18-29 Años	30-59 Años	Mayor de 60 Años
RINOFARINGITIS AGUDA	273	152	61	46	65	42
DERMATITIS, NO ESPECIFICADA	116	43	30	96	131	
RINITIS ALÉRGICA, NO ESPECIFICADA	9	30	30			
CONJUNTIVITIS AGUDA, NO ESPECIFICADA	14	28	15			
INFECCIÓN AGUDA NO ESPECIFICADA DE LAS VÍAS RESPIRATORIAS INFERIORES	4					
CEFALEA				145	215	24
ENFERMEDAD PULMONAR OBSTRUCTIVA CRÓNICA, NO ESPECIFICADA						185

Fuente: Perfil Epidemiológico, Municipio de Cota –Cundinamarca. 2011.

Figura 6 Diagnósticos Asociados a Posible Exposición a VOC por Rangos de Edad, 2011



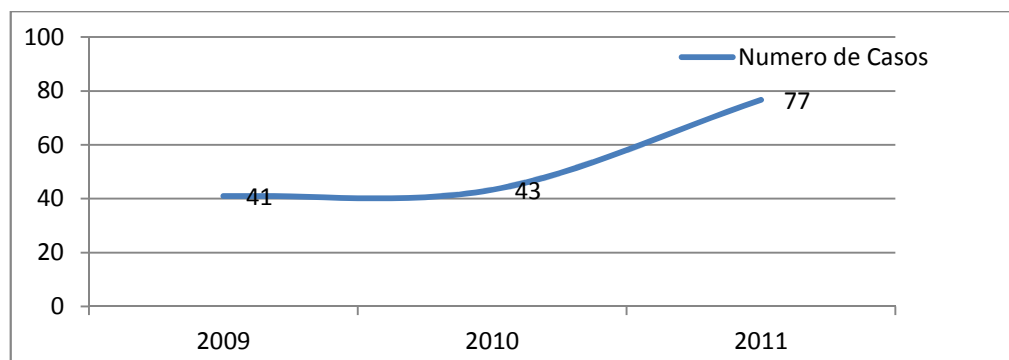
Fuente: Perfil Epidemiológico, Municipio de Cota –Cundinamarca. 2011.

Del perfil epidemiológico del Municipio de Cota – Cundinamarca de los años 2009, 2010 y 2011 se puede concluir que se presenta aumento de Enfermedades Respiratorias en todos los grupos etareos, y el grupo que presenta mayor susceptibilidad es la población de niños menor de 1 año hasta 11 años.

Varios de los diagnósticos de Enfermedad Respiratoria son; Rinofaringitis, Rinitis no especificada, Insuficiencias respiratorias, Enfermedad Pulmonar Crónica y Asma, también se encontró en muy poca proporción enfermedades neurológicas como; Epilepsia y Cefalea y enfermedades de tipo alérgico como dermatitis y conjuntivitis. Todas estas enfermedades son importantes para el estudio de relación salud y ambiente ya que todas pueden presentarse tras la exposición aguda o grave a los VOC's.

También se desarrolla un análisis estadístico con los datos de Enfermedades en los años 2009, 2010 y 2011 vs crecimiento de población del Municipio de Cota, los cuales arrojan la Tasa de enfermedades por cada 1000 habitantes.

Figura 7. Tasa de Enfermedades Asociadas a Exposición a VOC's. 2009 -2011.



Fuente: Perfiles Epidemiológicos, Municipio de Cota –Cundinamarca. 2009 -2011.

Al hacer el análisis en la variable de crecimiento poblacional también se evidencia un aumento en los casos por cada 1000 habitantes del Municipio de Cota.

Al tener determinado qué diagnósticos, se relacionan con la exposición de VOC's se hace una búsqueda de ubicación geográfica de las direcciones de las personas que han consultado a las diferentes entidades de salud de Cota y que han presentado alguno de

los diagnósticos identificados anteriormente, con el fin de determinar si por la dispersión de los vientos se han presentado alguna exposición a los compuestos VOC en la zona de influencia y por ende exista una relación a las diferentes enfermedades presentadas.

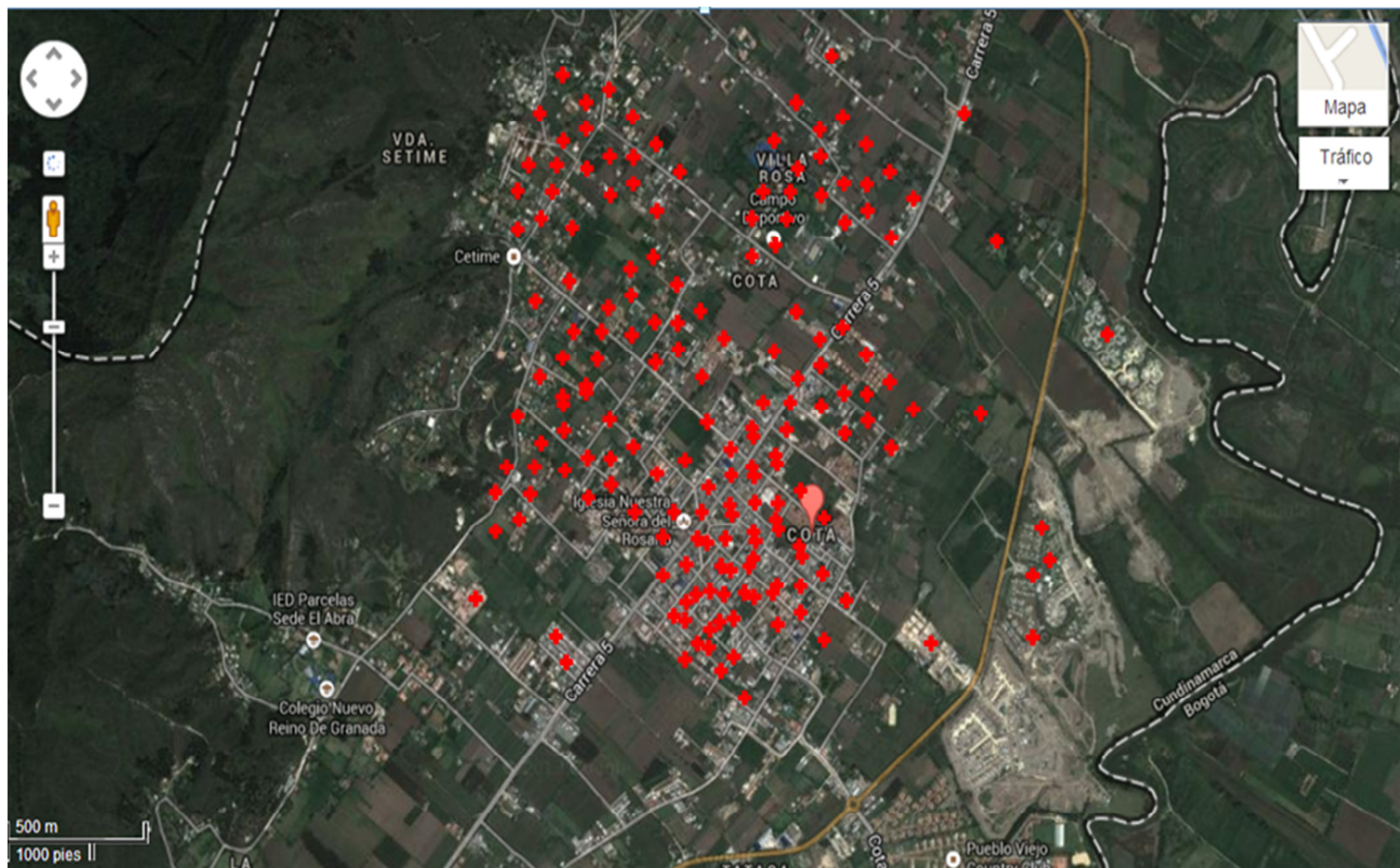
Por lo tanto, se hace la búsqueda de la información de las direcciones en la Secretaria de Salud de Cota quien suministra información sobre algunos casos de niños que han consultado a las diferentes Entidades de Salud en el año 2011 con diagnóstico de IRA – Infección Respiratoria Aguda. Además, se busca información en las entidades de salud del Municipio, pero no se logra obtener más información de otros casos con diagnósticos relacionados con el estudio ya que de acuerdo a lo que indica la resolución 1995 de 1999 en su Artículo 14, solo el usuario directamente o otra persona con previa autorización del usuario, y/o las autoridades judiciales, serán los únicos autorizados a la revisión de información de la historia clínica por temas relacionados con la confidencialidad.

Es por ello que se desarrolla una análisis de acuerdo a la extensión del Municipio de Cota, y la densidad Poblacional, así; la extensión del Municipio de Cota corresponde al 53, 435,600 m² y con el porcentaje de ocupación de la densidad poblacional por metro cuadrado de las personas enfermas con diagnósticos asociados a exposición de VOC, se dimensiona la integral del área ocupada por cada uno de los puntos de ubicación donde reside el habitante que presento enfermedad.

Los resultados son los siguientes:

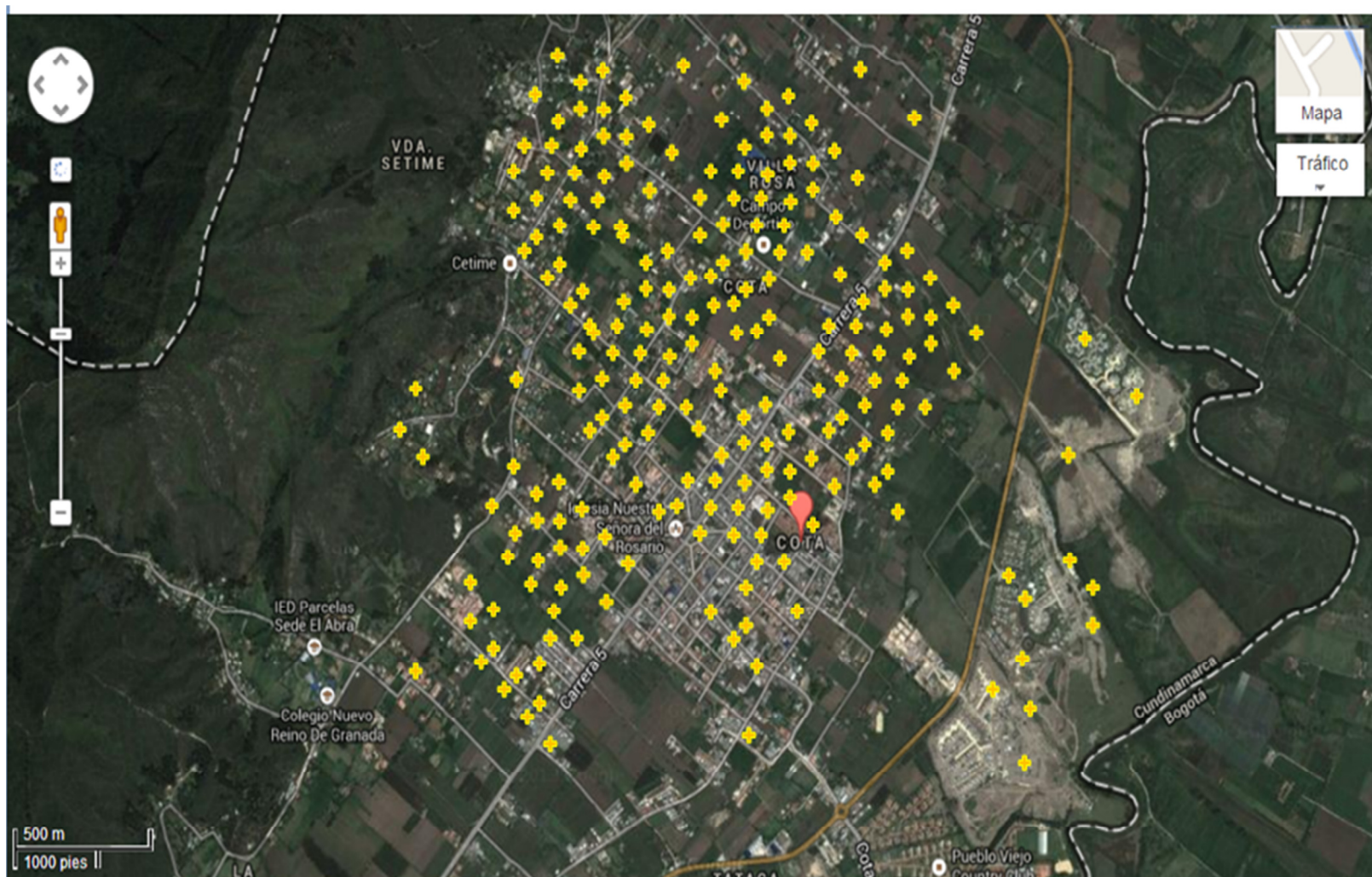
Para el año 2009, el porcentaje de ocupación es del 4%, para el 2010, es de 4,33% y para el 2011 es de 7,66%. Con estos datos sobre el Mapa del Municipio de Cota, se diagrama los porcentajes de Ocupación.

Figura 8. Mapa del Municipio de Cota. Cundinamarca con los Datos de Ocupación de casos de Enfermedades Asociadas a Exposición a VOCs, 2009.



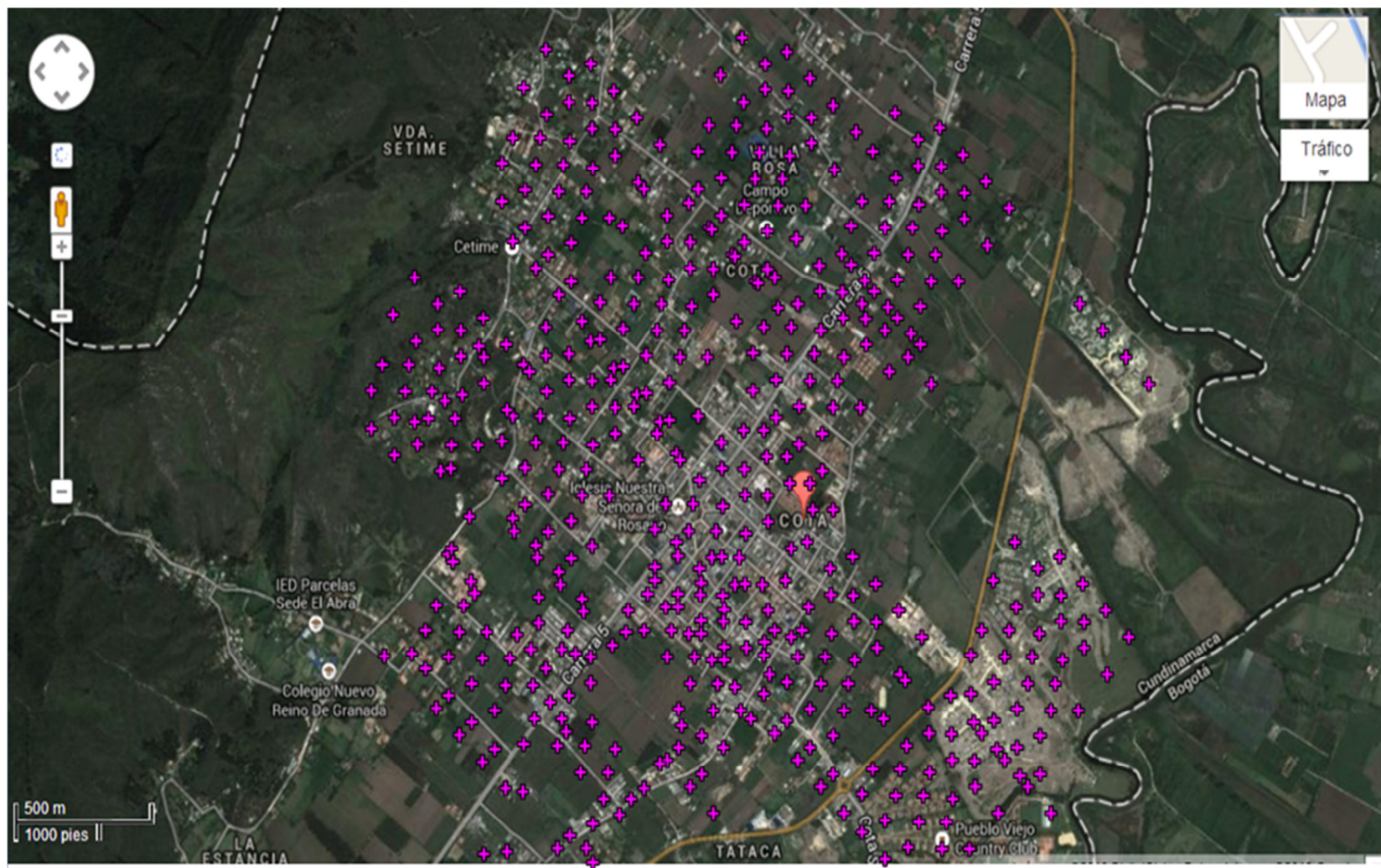
Fuente: Autor del Proyecto sobre google maps. 2013.

Figura 9. Mapa del Municipio de Cota. Cundinamarca con los Datos de Ocupación de casos de Enfermedades Asociadas a Exposición a VOCs, 2010.



Fuente: Autor del Proyecto sobre google maps. 2013.

Figura 10. Mapa del Municipio de Cota. Cundinamarca con los Datos de Ocupación de casos de Enfermedades Asociadas a Exposición a VOCs, 2011.



Fuente: Autor del Proyecto sobre google maps. 2013.

De acuerdo a las figuras anteriores se puede concluir que año tras año se ha presentado un crecimiento en el número de casos asociados a enfermedades Respiratorias, Dermatológicas y Neurológicas, estas enfermedades están asociadas a la exposición a Compuesto Orgánicos Volátiles que son objeto de este estudio.

Con estos resultados preliminares, se podría determinar que podría existir una relación entre las variables Salud y Ambiente por la emisión y exposición de VOCs, determinado por el aumento de casos por cada 1000 habitantes.

9.2. ANÁLISIS DE LOS ASPECTOS AMBIENTALES RELACIONADOS A LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE DE ACUERDO A LA UBICACIÓN GEOGRAFICA DEL MUNICIPIO.

Para establecer el análisis de los aspectos ambientales relacionados con la contaminación de aire, es preciso determinar las características meteorológicas del Municipio de Cota, Cundinamarca y por otro lado la caracterización de las fuentes fijas de emisión de Compuestos Orgánicos Volátiles.

9.2.1. Condiciones Meteorológicas del Municipio de Cota, Cundinamarca

El Municipio de Cota, Cundinamarca se encuentra ubicado en la Sabana de Bogota, Limita al Noreste con Chía, al Oeste con Tenjo, al Sur y Este con Bogotá y al Suroeste con Funza. Cota, por su posición geográfica lo preside un clima de tipo andino, los factores que intervienen son la altura sobre el nivel del mar la cual es de 2600mm y por ello se presenta variación en el clima que puede oscilar entre 4° C y 14°C; el relieve, que se determina por la ubicación del municipio gracias a que se encuentra en medio de la cordillera oriental, en una zona distante de las costas y por lo tanto algunos de los vientos planetarios, los alisos y los del pacifico llegan con menor fuerza al municipio generando un impacto moderado.

El IDEAM reporta que el sistema de vientos del Municipio de Cota, provoca circulaciones locales, de gran influencia en el clima del municipio, dadas las características fisiográficas del terreno llegan los vientos alisios del noreste durante el invierno del hemisferio norte y los vientos alisios del sureste en la época de invierno en el hemisferio sur. En promedio la velocidad media anual del viento es de 1.8m/seg, con una dirección predominante Noreste, con una mayor velocidad en los meses de junio y julio. En general prevalecen vientos débiles en la mayor parte del año, no obstante, vale la pena mencionar algunas épocas para las cuales el viento alcanza valores cercanos a 5 m/s, caso mes de enero y a mitad de año entre julio y agosto entre la 1 y 4 p.m. La dirección predominante de donde sopla el viento es mayor del noreste. Sin embargo, observando la rosa de vientos, las intensidades más altas se logran cuando el viento sopla de forma mayor por el oeste.

9.2.2. Identificación de Fuentes Fijas de la industria de carrocería

Para determinar las fuentes fijas de emisiones de COVs es importante conocer un poco sobre el proceso productivo de pintura en la Industria de carrocerías. Este proceso consta de 6 etapas, así;

- ✓ Aplicación de Anticorrosivo: Se realiza aplicación de primer y espumlatex a toda la estructura metálica del producto, la aplicación se hace en una cabina a través de pistola convencional.
- ✓ Preparación de Superficies: consiste en alisar las superficies de láminas y fibras para que la pintura se adhiera, también se hace limpieza para retirar grasas con solvente como Xilol.
- ✓ Cabina de Aplicación: El vehículo ingresa a la cabina y allí se hace la aplicación del color y se hacen las divisas, de acuerdo a lo que el cliente requiere. La aplicación de pintura se hace con pistola electrostática para que haya mayor adherencia y menor desperdicio de pintura. Se aplican diversos solvente y aditivos.
- ✓ Horno de Secado: El vehículo al salir de la cabina pasa a su proceso de secado, alcanza temperaturas de hasta 65° C.
- ✓ Retoques. El vehículo debe cumplir con un estándar de calidad en cuanto apariencia, brillo y algunas otras variables, es por ello que si por algún motivo existe algún defecto este es corregido en esta etapa. Aplicación de retoques de pintura y aditivos.
- ✓ Liberación: En esta etapa se le aplica al vehículo anticorrosivo por debajo y se realiza una limpieza general al vehículo con solventes como xilol o thinner.

Al revisarse dentro del proceso productivo las fuentes de emisión, se establece que durante todo el proceso productivo existe emisión de compuestos orgánicos volátiles, sin embargo para el caso de la contaminación al aire, se determina que las fuentes fijas en la empresa para los VOCs son los procesos de Aplicación de Primer anticorrosivo y cabina de aplicación de pintura.

9.2.3. Dispersión de los Compuestos Orgánicos Volátiles

Actualmente las fuentes fijas tienen salida a la atmosfera y los contaminantes permanecen un tiempo variable en la atmósfera antes de regresar a la superficie o se

transforman mediante reacciones químicas. La **dispersión** es el mecanismo natural que tiene la atmósfera de disipar un contaminante. Además de las características de la fuente emisora, los aspectos que influyen en su dispersión son geográficos y meteorológicos. Así pues, la orografía y la disposición de corrientes de aire afectarán al comportamiento de los contaminantes. La ausencia de viento y de inversión del gradiente térmico puede provocar la persistencia y la no dispersión del contaminante, y hacer aumentar su concentración.

La solubilidad de un compuesto orgánico es importante en su distribución y movilidad, ya que los compuestos muy solubles tienden a distribuirse rápidamente en el suelo y la hidrosfera. La *solubilidad acuosa* de un compuesto orgánico viene determinada por la cantidad total que se disuelve en agua pura en condiciones específicas de temperatura. Cuando la solubilidad acuosa de los compuestos orgánicos se excede, se formará una segunda fase además de la acuosa. Las solubilidades comunes de los compuestos orgánicos se encuentran en el rango de 1 a 100.000 mg/kg (peso de compuesto orgánico por peso de agua pura); aunque numerosas sustancias pueden tener solubilidades superiores. La diferencia entre el compuesto más soluble y el menos es aproximadamente del orden de los mil millones.²¹

Los factores que afectan la volatilización de los contaminantes desde el agua dependen de las propiedades químicas y físicas de los mismos (p.ej., solubilidad y presión de vapor), interacciones con materiales en suspensión y sedimentos, propiedades físicas de la columna de agua (profundidad, velocidad, y turbulencia), y propiedades de la interface agua- atmósfera. Las velocidades de volatilización, expresadas como vida media, pueden variar de horas a años.²²

Los factores que afectan la volatilidad de los compuestos orgánicos de los suelos son las propiedades fisicoquímicas intrínsecas (presión de vapor, solubilidad, estructura, naturaleza de los grupos funcionales, y características de adsorción-desorción), la concentración, las propiedades del suelo (humedad, porosidad, densidad, y contenido de materia orgánica y arcilla), y los factores medioambientales (temperatura, humedad, y

²¹ CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA, Enero 2003, Contaminación de Suelos por Compuestos Orgánicos Volátiles.

²² Opcit.

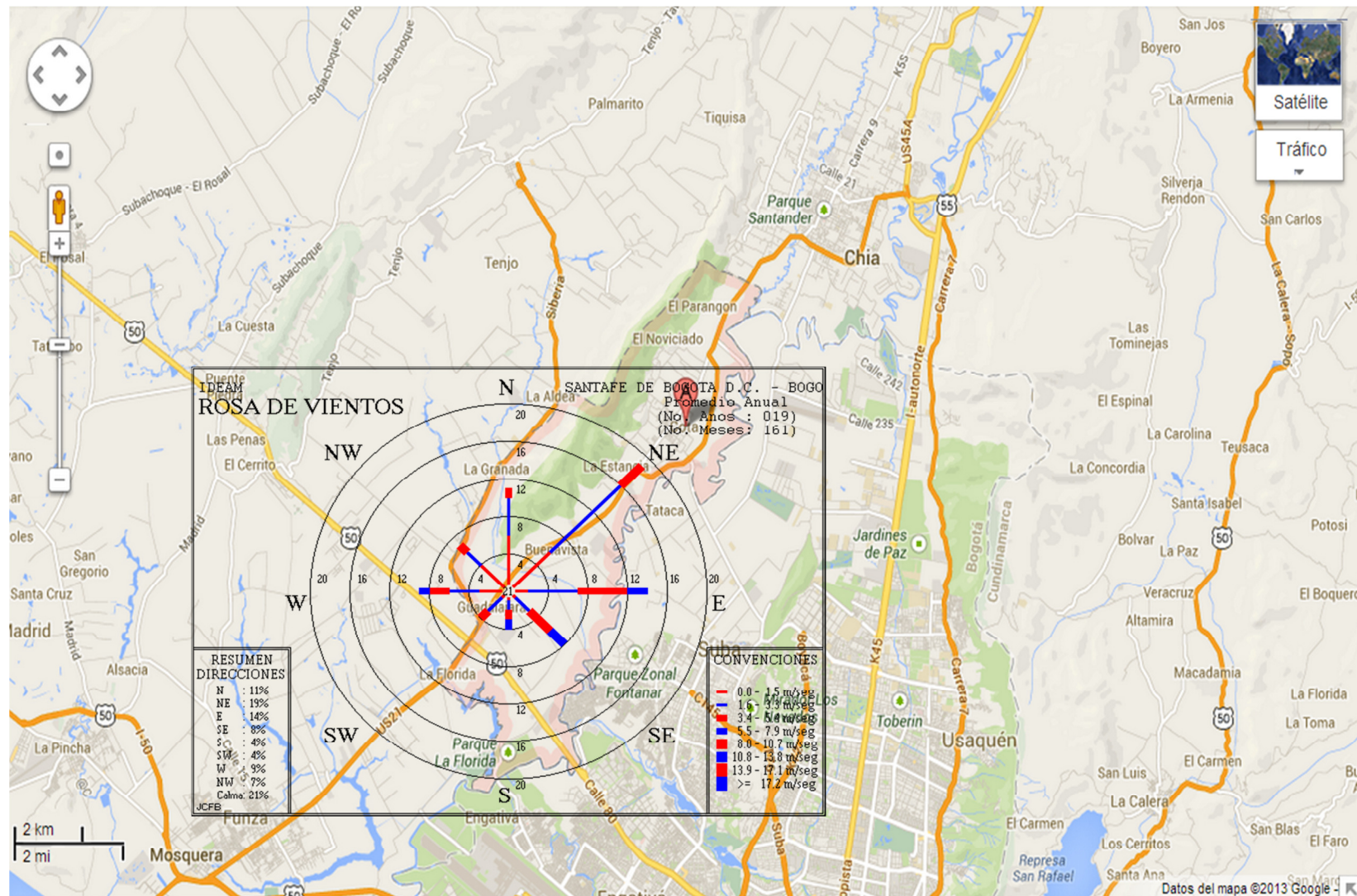
velocidad del viento). El paso inicial en la volatilización de los compuestos orgánicos de los suelos es su evaporación, lo que representa un cambio del estado sólido o líquido a vapor. Después de la evaporación el vapor se desplaza a través del suelo y se dispersa en la atmósfera por difusión o turbulencia.

Los VOC's reaccionan en el aire con óxidos de nitrógeno en presencia de luz solar para formar ozono. Desafortunadamente, la mayoría del ozono producido por VOC's habita a nivel troposférico o a nivel del suelo, actuando como un oxidante foto químico que contribuye significativamente a la formación del smog. El ozono troposférico es regularmente medido como un indicador de los niveles de smog en la atmósfera. y causa el Smog Foto químico. El smog es una combinación de las palabras smoke (humo) y fog (niebla), y existen dos tipos diferentes de smog: el smog de verano y el smog de invierno. El smog foto químico, o smog de verano, consta principalmente de ozono es una niebla marrón y oxidante. Las circunstancias más propicias para la formación de altas concentraciones de ozono son las temperaturas de verano, la luz solar directa y una capa de aire estable, lo que permite la dilución de los contaminantes. Es por esto que el smog fotoquímico también es llamado smog de verano. Los efectos del smog sobre la salud dependen mucho de la concentración de ozono y de otros oxidantes fotoquímicos. Estos contaminantes provocan irritaciones oculares y respiratorias. Las plantas son extremadamente vulnerables al ozono. Incluso en bajas concentraciones Incluso en bajas concentraciones puede causar serios daños a las plantas.

El problema de los Compuestos Orgánicos Volátiles es que por sus características fisicoquímicas son sustancias que son transfronterizas y por ende sus impactos al medio ambiente pueden ser directos o indirectos.

Después de conocer las características meteorológicas del Municipio de Cota y las características de dispersión de los Compuestos Orgánicos Volátiles, se hace una figura donde se ubica la industria de carrocerías y la rosa de los vientos para determinar si por la ubicación geográfica de la industria y la dirección de los vientos existe alguna asociación de la exposición a los compuestos orgánicos

Figura 11 Ubicación Geográfica de Cota y Dirección de los vientos



Fuente: Google Map. 2013. e Ideam 2010

De acuerdo a la ubicación Geográfica de la industria de carrocería, que está ubicada hacia el costado norte del parque industrial Guadalajara y la ubicación geográfica del Municipio de Cota, se puede evidenciar en la figura que los vientos, que pasan por la industria van hacia el Municipio de Cota, lo que implica que al estar realizando emisiones de VOCs a la atmosfera por los procesos de pintura, estos vientos viajan contaminados hacia la población del área de Influencia y pueden estar afectando la salud de los habitantes del Municipio de Cota.

Por las características meteorológicas del Municipio de Cota, dadas por sus vientos alisos que van hacia al noreste y por las condiciones climáticas de zona húmeda y fría permiten que por las características de solubilidad y volatilidad de los compuestos orgánicos volátiles, estos viajen por la atmosfera durante mucho tiempo y causen efectos en el ambiente, al igual que al ser humano de forma aguda (Inmediata) o grave (Largo Plazo).

Esto especifica una probabilidad de que los pobladores del municipio de Cota, Cundinamarca se vean afectados por los VOCs ya que hay una distancia que permitiría que estos compuestos viajen y se estén ocasionando cambios en la salud de las personas del Municipio, adicionalmente por la ubicación geográfica no hay barreras geográficas (montañas) que impidan este movimiento.

9.3. ESTRATEGIAS DE CONTROL PARA EMISIONES DE COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES EN LA INDUSTRIA DE CARROCERIAS

A partir de reconocer que puede existir una relación de la variable Salud – Ambiente en el Municipio de Cota Cundinamarca, tras la llegada de parques industriales, donde se ubican las industrias de carrocerías, las cuales tienen dentro de sus procesos productivos emisiones de compuestos orgánicos volátiles, se hace necesario establecer mecanismos de control para mejorar la calidad de vida de los habitantes del Municipio de Cota. En ese orden de ideas se proponen tres estrategias que podrían aplicar la industria de carrocerías.

9.3.1. ESTRATEGIAS DE PREVENCIÓN

Estas estrategias son de tipo normativo, a nivel global.

- ✓ Formalizar a través de una resolución la aplicación obligatoria de la Guía Nacional de Compuesto Orgánicos Volátiles de acuerdo a la actividad productiva.
- ✓ Dar estricto cumplimiento a la normativa sobre límites permisibles de los Compuestos Orgánicos Volátiles debidas al uso de solventes en determinadas actividades industriales.
- ✓ Crear mecanismos de control donde las industrias deban reportar las sustancias químicas que contengan los VOCs de su proceso productivo y solicitar de manera periódica a las industrias reporte sobre sus mediciones de VOCs de sus fuentes fijas.
- ✓ Establecer a nivel nacional un inventario de compuestos orgánicos volátiles con el fin de identificar las características físico-químicas de cada sustancia y definir normatividad para cada compuesto que genere mayor riesgo al ambiente, además de mecanismos de control.
- ✓ Definir una política con los generadores de estos productos para que trabajen en sus procesos productivos con sustancias que no generen VOCs.

9.3.2. ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN

La industria de recubrimiento y metalmecánica maneja cargas muy altas de solventes y COVs, señalando la necesidad de un manejo preventivo basado principalmente en la

optimización de los recursos, la introducción de tecnologías más limpias y la sustitución de insumos, así como buenas prácticas de reutilización y reciclaje. Según lo anterior, las recomendaciones para este tipo de sector son:

- ✓ Utilizar válvulas de conservación para los recipientes o tanques que almacenen líquidos volátiles; estas válvulas previenen la evaporación, por lo cual permiten una correcta presurización y despresurización de los almacenamientos sin pérdida de vapores.
- ✓ Utilizar solventes no basados en COVs, reemplazándolos por alternativas verdes como por ejemplo solventes a base de ácido cítrico.
- ✓ Instalar sistemas de captura en zonas de manipulación de solventes que faciliten la canalización y la ventilación del ambiente de trabajo.
- ✓ Usar recipientes adecuados o recomendados por el fabricante de las materias primas y asegurarse de que todos los recipientes sigan un programa de mantenimiento y estén en buenas condiciones
- ✓ Almacenar solventes peligrosos en zonas con baja probabilidad de drenaje.
- ✓ Definir zonas de contención alrededor de los tanques de almacenamiento o alrededor zonas generales destinadas para ello.
- ✓ Realizar planes de prevención de fugas durante la fase de diseño y operación de la instalación.
- ✓ Implementar cintas de arrastre, centrifugado u otros medios mecánicos en el desengrase que recolecten los lodos del baño con alto contenido de solvente.
- ✓ El diseño del sistema de desengrasado debe ser lo más corto posible para evitar emisiones fugitivas y facilitar la captación de las misma por medio de las extractores y campanas.
- ✓ Reemplazar las tecnologías convencionales a base de solvente y adoptar alternativas como recubrimientos con alto contenido a sólidos, a base de agua, recubrimiento en polvo y especialmente aquellos recubrimientos de curado por radiación que facilitan la recuperación del solvente.
- ✓ Reemplazo de insumos por sustitución por recubrimiento a base de agua, sustitución por recubrimiento bajo en solvente o sustitución por polvo de recubrimiento

- ✓ Tecnología de tratamiento de efluentes por medio de incineradores térmicos y la incineración catalítica, siendo en la primera mayor la demanda de energía para alcanzar las temperaturas y una remoción de 90% a 99% mientras que la catalítica necesita un consumo de energía más bajo para alcanzar las temperaturas requeridas por el proceso y puede llegar a niveles de remoción de entre 95% a 98%. Se considera mucho más económico y efectivo el uso de medidas preventivas como el reemplazo de solventes y la reducción en la intensidad del uso de solventes a la hora de minimizar las emisiones de COVs, llegando a niveles de reducción de hasta un 80%.²³. otro método fisicoquímico es el método de adsorción y el Carbón Activado es el más usado, existen 3 tipos Granular activado, polvo activado y fibra de carbono.
- ✓ Métodos Biológicos, estos se basan en la degradación o transformación de los contaminantes en compuestos menos dañinos, dentro de los cuales están la biofiltración, biolavadores, biofiltros de lecho escurrido.²⁴

9.3.3. ESTRATEGIAS DE COMPENSACIÓN

Las siguientes estrategias están enmarcadas en la búsqueda de vegetación que puedan ser plantadas en las cercanías de la industria de carrocería, ya que la vegetación purifica al aire quitando agentes contaminantes gaseosos y absorbiéndolos a través de los poros en la superficie de la hoja. La contaminación de partículas es atrapada y filtrada por las hojas, los tallos y las ramitas, y es lavada hacia la tierra por la precipitación.

- ✓ Plantas. Purificadoras del aire

El Ficus, Laurel de la India, Figura que llora, La figura de Benjamín, o árbol de Ficus (Ficus robusto, ficus Benjamina)²⁵

Alcanza los 20 m de altura y 1 m de diámetro en su tronco, que es irregular, exuda una sustancia blanca llamada látex, su corteza es lisa y posee lenticelas, su copa es amplia y globosa y algunas veces aparasolada; su follaje es tupido y de color verde oscuro

²³ EPA 2007

²⁴ Instituto Nacional de Ecología, Tratamiento Biológico de Compuestos Orgánicos Volátiles, México D.F 2003

²⁵ <http://xananatura.blogspot.com/2011/12/plantas-purificadoras-del-aire-ii.html>

brillante; sus ramas crecen de manera horizontal a oblicua, son gruesas y abundantes; sus ramitas son de color verde oscuro brillante y poseen cicatrices anulares, dejadas por sus estípulas; sus raíces son profundas y extendidas. Es una Planta limpiadora de toxinas, proporciona humedad, elimina efluentes bio (que indican la intervención o utilización exclusivamente de agentes naturales), COV. Compuestos Orgánicos Volátiles de distancia, suprime los microorganismos del aire, desde el momento en que se coloque en la estancia. Sobrevive con menos luz que la mayoría de plantas de su tamaño. Muy apreciada por los diseñadores por su valor estético y su facilidad de cultivo. El Ficus produce una única "fruta" que es en realidad una flor invertida. No todos los Ficus producen frutos comestibles.

Imagen 1 Ficus o Caucho Sabanero



Fuente: Semicol. 2012.

Palmera Fecha de procrear (Date Palm Tree), Palma datilera, La verdadera fecha, Palma Medjool, Medjool de la palma datilera, Phoenix Medjool Palm, Joya de Palm, Medjewel Palm, Fechas de Medjool. (Phoenix dactylifera)²⁶

Es un árbol alto, bello y majestuoso que se conoce por sus frutos comestibles dulces, el árbol pertenece a la familia Arecaceae y al género Fénix. Es el segundo árbol más conocido y más útil de palma en el mundo después de la palmera de coco. Es un árbol muy importante de usos múltiples en el Medio Oriente, Asia y África del Norte. La palmera

²⁶ Ibit

datilera real puede proporcionar todas las necesidades de la vida: alimentos, medicinas, refugio, combustible, materiales de construcción y materiales de tejido y cestería. Es un símbolo de la fertilidad y la hospitalidad en muchos países.

El Phoenix dactylifera es uno de los árboles más antiguos del mundo, ha crecido desde hace miles de años en, las regiones secas del desierto en todo el mundo. El fruto fecha es considerado como un manjar, es una buena fuente de azúcar, potasio, proteínas, grasas y minerales. Por lo general, comienza a producir frutos después de 5-8 años. Los frutos inmaduros son de color verde, cuando está totalmente maduro son de color marrón rojizo. Los deliciosos frutos se cosechan a partir de septiembre hasta principios de diciembre.

Elimina sustancias toxicas del ambiente, purificadora de aire. Esta planta reduce el nivel de contenido de COV. Compuestos Orgánicos Volátiles, que hay flotando en el aire.

Imagen 2. Palmera Fecha de Procrear



Fuente: Xananatura. 2012

9.3.4. SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

De acuerdo a las características de los métodos de control descritos anteriormente, se relacionan tres estrategias que podría aplicar la industria de carrocerías para mitigar o eliminar dentro de su proceso productivo la exposición de VOCs, además, definir de una manera aproximada los costos de la implementación.

- ✓ Cambio de tecnología realizando una alianza con proveedores de suministros de pintura, para que cambien su tecnología por pintura a base de agua, con esta medida se reduce o elimina la emisión de VOCs

- ✓ Realizar medición de VOCs para establecer los límites de exposición actual, para ello es necesario realizar la construcción de una plataforma en cada fuente fija para realizar su respectiva medición.
- ✓ Mejorar los procesos productivos; es decir, definir procedimientos de procesos donde se mitigue el uso de solventes para procesos de limpieza y preparación de superficies, además se establezcan adecuados procesos de almacenamiento y alguna tecnología para reducir temperatura y disminuir la evaporación de los químicos.
- ✓ Realizar una campaña de plantación de árboles con la comunidad para compensar el posible daño que puede estar ocasionando por la exposición a Compuestos Orgánicos Volátiles.

Para establecer los costos reales de estos mecanismos de control es necesario;

- ✓ Conocer las mediciones ambientales de VOCs, el costo aproximado es de \$25000000 pesos incluyendo la construcción de la infraestructura y la medición de la emisión.
- ✓ Y a partir de los resultados de las mediciones, realizar un análisis de inversión sobre el costo de cambio de tecnología como instalar un horno poscombustión o colocar filtros de carbón activado a los sistemas de extracción, el costo de estas medidas puede ir desde \$15,000,000 hasta \$1,000,000,000 millones de pesos. Es importante que la empresa conozca los beneficios tributarios que tienen este tipo de inversiones.
- ✓ Por otro lado los mecanismos de cambios de procesos internos pueden tener influencia en la reducción de los costos de inversión, reduciéndoles en un 25%.

CONCLUSIONES

- ✓ De acuerdo al análisis realizado de los diagnósticos de enfermedad asociados a la exposición de Compuestos Orgánicos Volátiles, se puede concluir que durante los años 2009,2010, y 2011, se presenta un crecimiento en el número de casos, así; 896 casos, 969 casos y 1754 casos respectivamente, y las enfermedades de importancia son enfermedades de tipo Respiratorias, Dermatológicas y

Neurológicas, las cuales son prioritarias para el estudio de la relación salud y ambiente, ya que todas pueden presentarse tras la exposición aguda o grave a los VOC's.

- ✓ Al hacer el análisis en la variable de crecimiento poblacional también se evidencia un aumento en los casos con presencia de enfermedad posiblemente asociada a VOC's: por cada 1000 habitantes del Municipio de Cota se presentaron: 41 casos para el año 2009, 43 casos para el año 2010 y 77 casos para el año de 2011, lo que puede implicar una fuerte asociación de la relación salud y ambiente para el municipio de Cota. Esta relación retira el sesgo por el aumento de pobladores dentro del municipio.
- ✓ De acuerdo al análisis de crecimiento poblacional, se realiza una medida estadística que muestra el porcentaje de ocupación por metro cuadrado de las personas enfermas, los siguientes son los resultados para el año 2009, el porcentaje de ocupación es del 4%, para el 2010, es de 4,33% y para el 2011 es de 7,66%, lo que quiere decir que cada año se ve extiende en área la presencia de enfermedades posiblemente asociadas a VOC's.
- ✓ En la revisión del proceso productivo de la industria carrocera, se establece que durante toda la cadena productiva existe emisión de compuestos orgánicos volátiles por el uso de solventes, no obstante lo anterior, para el caso de la contaminación atmosférica, se determina que las fuentes de mayor impacto en la empresa son los procesos de aplicación de Primer anticorrosivo y cabina de aplicación de pintura.
- ✓ Dadas las variables de ubicación geográfica del Municipio de Cota y de la industria de carrocerías situadas hacia el noreste de Bogotá, la cual se caracteriza por ser un terreno plano con pocos accidentes geográficos, además, de la cercanía entre estas dos, las condiciones meteorológicas como el clima (húmedo y frío) y los vientos alisos, que en su mayor proporción van hacia el noreste, hace que las condiciones sean las mejores para que las emisiones de compuestos Orgánicos Volátiles vayan directamente hacia la zona de influencia, ya que los vientos

contaminados están viajando hacia la población de Cota, por lo que se pueden estar presentando los diferentes casos de enfermedad reportados por la población del Municipio de Cota, Cundinamarca.

- ✓ En la literatura se encuentra una amplia variedad de estrategias teóricas para mitigar, y/o eliminar la exposición a compuestos orgánicos volátiles, dentro de las más aplicadas a la industria de carrocerías se destacan: el cambio de tecnología, tal como cambio de bases de solvente por bases de agua o tecnología de reducción de temperatura y evaporación en las áreas de aplicación de pintura.
- ✓ Existe una posible asociación entre la variable salud y ambiente, por la afectación en las condiciones de salud de la población del Municipio de Cota y la contaminación por VOC's, sin embargo, por el alcance de este trabajo de grado no es posible determinar con precisión la relación de causalidad de la exposición a vientos contaminados de VOCs y el detrimento de la salud de la población de Cota, aunque hay varios indicadores que sustentan una gran probabilidad de asociación.

RECOMENDACIONES

- ✓ Suministrar la información contenida en este documento a la población del Municipio de Cota, Cundinamarca, como antecedente para futuras investigaciones donde se pueda establecer la relación de causalidad entre los diagnósticos de enfermedad y las emisiones de VOC's al ambiente, tomando en cuenta las condiciones de salud, crecimiento industrial, mediciones del contaminante, modelación de dispersión de los VOC's, entre otros.
- ✓ Realizar un estudio estadístico con las variables expresadas en este documento donde se puede calcular el valor de asociación estadística de la emisión de VOCs y la presencia de enfermedades respiratorias, neurológicas y dermatológicas. Para la región de estudio y que esto sea a su vez insumo para políticas ambientales usando el principio de gradación normativa garantizando el cumplimiento de la norma que se establezca con base en el estudio.
- ✓ Seleccionar, evaluar e implementar las estrategias de control dentro de la industria de carrocerías para mitigar los posibles impactos negativos a la salud que pueda estar ocasionando a la población del Municipio de Cota, Cundinamarca y luego de su realización revisar la emisión del contaminante a la atmósfera para constatar la reducción de emisión del mismo, garantizando que la empresa no estará envuelta en el detrimento de las condiciones de salud de los pobladores de Cota.
- ✓ Realizar un adecuado análisis de la inversión para la aplicación de las diferentes medidas propuestas, con el fin de adoptar la o las mejores alternativas costo benéficas para la industria de carrocerías e indirectamente para las condiciones de salud de las personas de Cota.

BIBLIOGRAFÍA

A SOCIO-ECONOMIC AND ENVIROMENTAL HEALTH RISK ASSESSMENT Cost of environmental damage, Larsen, B. Bogotá, Informe Final. 2004

AGENCIA AMBIENTAL EUROPEA Glosario, 2012. En: www.glossary.es.eea.europa.eu/terminology/sitesearch?term=compuesto+organicos+volatiles

AGENCIA AMBIENTAL EUROPEA, Ozono troposférico, 2011 en: www.eea.europa.eu/es/publications/92-828-3351-8/page005.html

AGENCIA DE PROTECCION AMBIENTAL DE ESTADOS UNIDOS. En: www.epa.gov/ttn/atw/

AGENCIA DE PROTECCION AMBIENTAL DE ESTADOS UNIDOS. En: www.epa.gov//2007

CIENCIA Y BIOLOGIA, 2003. En: www.cienciaybiologia.com/medio-ambiente/atmosfera/compuestosorganicos-volatiles.htm

COMISION EUROPEA. Emisiones Industriales. 2011. En: <http://europa.eu.int/comm/environment/air/stationary.htm#3>

CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA, Enero 2003, Contaminación de Suelos por Compuestos Orgánicos Volátiles.

ENVIROMENTAL PROTECCION DEPARMENT DE HONG KONG. En: www.epd.gov.hk/epd/

EVALUACION AMBIENTAL ESTRATEGICA (EAE) para la formulación de política en materia de salud ambiental para Colombia, con énfasis en contaminación atmosférica en centros urbanos, Informe Final, página 16, Bogotá 2008.

GOBIERNO DE AMBIENTE Y MOVILIDAD, Plan de Calidad del aire, Informe de seguimiento, Madrid 2011

INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA, Tratamiento Biológico de Compuestos Orgánicos Volátiles, México D.F 2003

MUNDO DESCONOCIDO, 2013. En: www.mundodesconocido.es/venenos-segunda-parte-compuestos-organicos-volatiles/

NATIONAL INSTITUTE FOR HEALTH, 2011. En: www.nlm.nih.gov/

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Programa Internacional de Seguridad Química (IPCS). Ginebra (Suiza). 1999

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, Calidad del aire 2012

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, Criterios de Salud Ambiental, Internacional de Seguridad de las Sustancias Químicas, 2008.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, Calidad de Aire, 2007. En: www.airqualitynow.eu/es/pollution_health_effects.php

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD, Salud en las Américas, Washington, 2007

PLAN TERRITORIAL DE SALUD, Cota 2009.

REVISTA ESPAÑOLA, Salud Pública N° 73: pág., 165-175, Marzo-Abril 1999

REVISTA FUNDACION MAPFRE, Seguridad y Ambiente N° 113 Primer trimestre 2009

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA, Contaminación atmosférica y efectos en la salud de la población de Medellín y su área metropolitana, Medellín, Colombia 2007

XANANATURA Plantas purificadoras de aire, 2011. En:
www.xananatura.blogspot.com/2011/12/plantas-purificadoras-del-aire-ii.html

LEGISLACION

CONSTITUCION POLITICA DE COLOMBIA, Artículo 79 y 80 de 1991

COLOMBIA, MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL, Ley General Ambiental de Colombia 99 de 1993 (Diciembre 22) Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones. Artículo 66.

COLOMBIA, MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL, Decreto Ley 2811 de 1974 Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente, Artículo 75

COLOMBIA, MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL Resolución 610 de 2010, se establece la Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión, para todo el territorio nacional en condiciones de referencia.

COLOMBIA, SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE, Resolución 6982 de 2011, normas sobre prevención y control de la contaminación atmosférica por fuentes fijas y protección de la calidad del aire".

ESPAÑA, Real Decreto 117/2003, de 31 de enero, sobre limitación de emisiones de compuestos orgánicos volátiles debidas al uso de disolventes en determinadas actividades.

EUROPA, Norma de CE /Directiva 1999/13